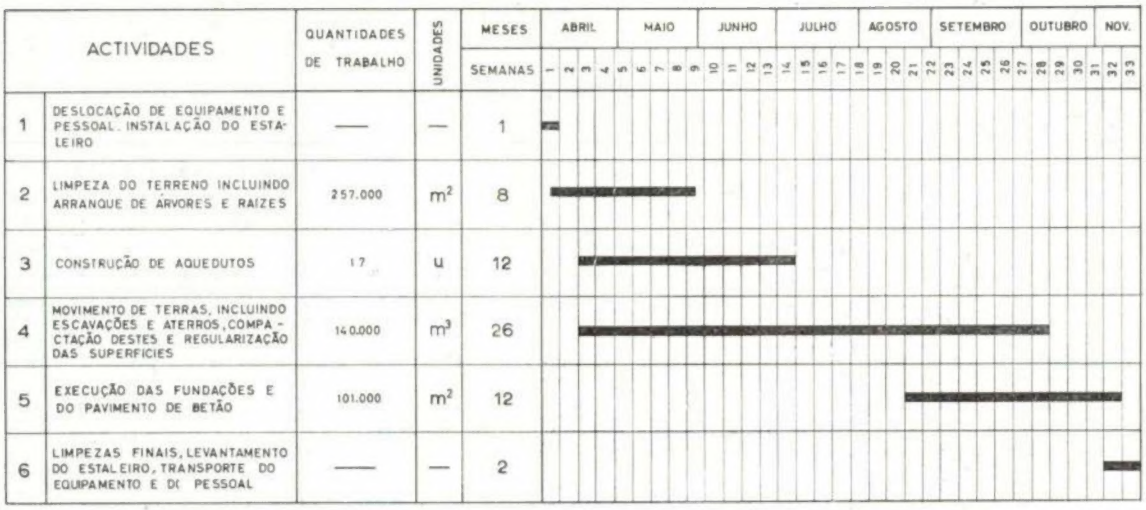


Fig. 24 — Planeamento dos tempos relativos à construção de uma estrada

4 — PLANEAMENTO DO CUSTO

O custo, questão fundamental de todos os empreendimentos, deve, naturalmente, intervir no planeamento. Ao apresentarmos o planeamento dos tempos, referimo-nos à duração das actividades, que ali apareceu como um elemento pré-fixado. Ora acontece que o tempo necessário à execução de qualquer actividade pode ser acelerado ou atrasado, no 1.º caso mobilizando mais recursos, isto é, mais mão-de-obra ou mais máquinas, pois que o custo de execução de uma actividade ou de um projecto pode ser fortemente influenciado pelo respectivo prazo de execução.

O estudo dos custos é complexo, sendo que é necessária a montagem de uma organização com base numa contabilidade analítica, para a obtenção dos dados indispensáveis. Sem entrar em grandes considerações a tal respeito, nìtidamente fora do nosso propósito, diremos apenas que, para o executante, o custo de uma obra depende de três parcelas.

TABELA 10

Actividades correspondentes à execução de uma estrada

ACTIVIDADES		
Ref.ª	Designação	Duração (semanas)
1	Deslocação do equipamento e do pessoal:	
	Instalação de estaleiro	1
2	Limpeza do terreno, incluindo arranque de árvores e raízes	8
3	Construção de aquedutos	12
4	Movimentos de terras incluindo escavações e aterros, compactação destes e regularização das superfícies	26
5	Execução de fundações e do pavimento de betão	12
6	Limpezas finais, levantamento do estaleiro, transporte do equipamento e do pessoal	2

TABELA 11

Mão-de-obra e máquinas necessárias à execução de uma estrada, discriminadas por actividades

	DESIGNAÇÕES	ACTIVIDADES					
		1	2	3	4	5	6
Mão-de-obra	Capataz	1	1	1	1	2	1
	Carpinteiro			4			
	Condutor de betoneira			1		2	
	Condutor de camião ou dumper	2		2	7	12	2
	Condutor de escavadora				1		
	Condutor de grua	1		1			
	Condutor de tractor		3	1	5	3	
	Controlador		3				
	Manobrador de ferro			2			
	Mecânico	2					
	Pedreiro			1			
	Trabalhador	3	2	10	2	16	3
Máquinas e outro equipamento	Afagador da superfície de betão do pavimento					1	
	Automóvel de serviço	2			2	3	2
	Betoneira de 250 l			1			
	Betoneira de 1500 l					2	
	Bomba para água			1			
	Bulldozer		2	1	1		
	Camião com atrelado	2					2
	Camião basculante de 6 m^3				6		
	Camião tanque de 7500 l			1	1		
	Dumper de 2,5 m^3			1			
	Dumper de 0,75 m^3			1			
	Escavadora de colher				1		
	Vibrador de betão					1	
	Estrela para armazenamento de inertes					1	
	Grua automóvel	1		1		1	1
	Moldes metálicos					1	
	Niveladora para regularização das superfícies de aterro e taludes				1		
	Niveladora para reperfilagem da fundação, antes de betonar					1	
	Silo de cimento					1	
	Tractor c/ cilindro compactador				3		
	Tractor c/ escarificador		1				

TABELA 12

Prazos e custos directos das actividades em que se decompõe a realização de um pequeno projecto, para duas hipóteses de duração

Ref.ª	Actividade imediatamente		Duração			
			Normal		Acelerada	
	Antecessora	Sucessora	Em dias	Custo em contos	Em dias	Custo em contos
1	—	3	120	—	120	—
2	—	3, 4, 5, 10	80	100	50	120
3	1, 2	7	10	150	8	850
4	2	7	30	300	15	400
5	2	8	120	500	110	650
9	10	9	60	300	50	400
7	3, 4	8	30	200	20	300
8	5, 7	9	30	100	20	120
9	6, 8	—	60	300	40	400
10	2	2	70	850	50	950
			SOMAS	2800		4190

MESES	ABRIL				MAIO					JUNHO			JULHO					AGOSTO				SETEMBRO				OUTUBRO					NOVEMBRO		
DESIGNAÇÃO / SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
CAPATAZ	2	1	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	1
CARPINTEIRO			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																			
CONDUTOR DE BETONEIRA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
CONDUTOR DE CAMIÃO E DUMPER	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	7	7	7	7	7	7	19	19	19	19	19	19	19	19	12	12	12	14	2
CONDUTOR DE ESCAVADORA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
CONDUTOR DE GRUA	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CONDUTOR DE TRACTOR	3	3	9	9	9	9	9	9	9	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	8	3	3	3	3	
CONTROLADOR			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	
MANOBRADOR DE FERRO			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																			
MECÂNICO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PEDREIRO			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			
TRABALHADOR	5	2	14	14	14	14	14	14	14	12	12	12	12	12	2	2	2	2	2	2	18	18	18	18	18	18	18	18	16	16	16	19	3
TOTAL POR SEMANAS	15	17	50	50	50	50	50	50	50	44	44	44	44	44	21	21	21	21	21	21	58	56	56	56	56	56	56	56	40	39	37	45	9

Fig. 25 — Utilização de mão-de-obra (por semanas) na execução de uma estrada (3.º exemplo

a) Os custos directos, isto é, os que são inerentes à mão-de-obra directamente produtiva, aos materiais e às máquinas;

b) Os custos indirectos que incluem os gastos gerais de estaleiro (pessoal não directamente produtivo como dirigentes, guardas, pessoal ligado à conservação e limpeza das instalações, etc., os gastos gerais de sede (pessoal administrativo e técnico, estudos, instalações, impressos, material de desenho e escritório, água, luz, telefones, etc.); os gastos financeiros ligados a juros de empréstimos, garantias bancárias, utilização de patentes, etc., as contribuições e outras despesas;

MESES	ABRIL				MAIO				JUNHO				JULHO				AGOSTO			SETEMBRO					OUTUBRO					NOV.	
DESIGNAÇÃO / SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
AFAGADOR DA SUP. DE BETÃO																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
AUTOMÓVEL DE SERVIÇO	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	2
BETONEIRA DE 250 L			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			
BETONEIRA DE 1.500 L																					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
BOMBA PARA ÁGUA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
BULLDOZER	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
CAMIÃO COM ATRELADO	2																															2	2
CAMIÃO BASCULANTE 6 m³			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6					
CAMIÃO - TANQUE DE 7.500 L			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
DUMPER DE 2,5 m³			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
DUMPER DE 0,75 m³			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			
ESCAVADORA DE COLHER			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
ESTRELA PARA INERTES																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
GRUA AUTOMÓVEL	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MOLDES METÁLICOS																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
NIVELADORA			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
NIVELADORA DA FUNDAÇÃO																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SILO DE CIMENTO																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TRACTOR C/CILIND. COMPACTADOR			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
TRACTOR C/ESCARIFICADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1																								
VIBRADOR DE BETÃO																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Fig. 26 — Utilização de equipamento (por semanas) na execução de uma estrada (3.º exemplo)

c) Os prémios pagos pelo cliente, no caso de conclusão antes dos prazos previstos, e as multas a pagar, no caso contrário.

Vamos apresentar um exemplo do modo de proceder no sistema de planeamento PERT-custo, a partir do momento em que há possibilidade de relacionar o tempo necessário à realização de cada uma das actividades em função do respectivo custo.

4.1 — Exemplo

Consideremos a execução de um trabalho constituído por dez actividades 1 a 10, as quais poderão ser executadas a preços e prazos diferentes de acordo com as indicações da tabela 12.

O diagrama PERT correspondente a este trabalho está indicado na fig. 27 na hipótese de duração normal (programa n.º 1) a que correspondem 290 dias de duração, e 2800 contos de custo directo.

Ao estudarmos a duração da execução de um projecto, devemos ter sempre presente que a diminuição do tempo de duração de uma actividade, para além do normal, aumenta o seu custo directo. Portanto, no caso de haver necessidade de acelerar, devemos procurar fazê-lo, dentro das actividades críticas, começando por aqueles cujo aumento de custo, por dia de redução no prazo, seja mínimo, isto é, deveremos começar pelas actividades em relação às quais for mínima a fracção

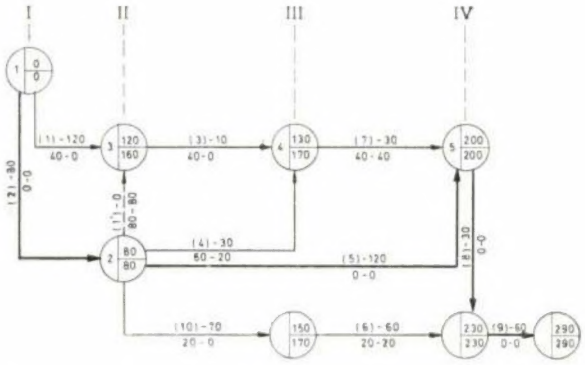


Fig. 27 — Diagrama PERT correspondente à duração normal das actividades

$$\frac{\text{aumento de custo}}{\text{tempo de redução}} = \frac{(\text{custo acelerado}) - (\text{custo normal})}{(\text{duração normal}) - (\text{duração acelerada})}$$

Para cada uma das actividades do exemplo em referência,

$$\textit{actividade 2,}\quad \frac{120 - 100}{80 - 50} = 0{,}67$$

actividade 5, $\frac{650 - 550}{120 - 80} = 3{,}75$

actividade 8, $\frac{120 - 100}{30 - 20} = 2{,}00$

actividade 9, $\frac{400 - 300}{60 - 40} = 5{,}00$

donde se conclui que o custo de redução para a actividade 2 é o mínimo.

Vamos, então, replanificar (programa n.º 2), considerando a redução do tempo correspondente à actividade 2, de 80 para 50 dias. O custo directo aumentará de 20 contos, e o prazo de execução passará de 290 para 260 dias.

Se isto não bastar, e se pretendermos também acelerar a actividade 8 de 30 para 20 dias, programa n.º 3 com um novo aumento de 20 contos no custo directo, o prazo de execução descerá para 250 dias. O custo directo total será, de 2840 contos.

Em qualquer destas duas replanificações, o caminho crítico permanece o mesmo.

Suponhamos agora que se reduz também a duração da actividade 5, de 120 para 110 dias, programa n.º 4 passando o custo para 2990 contos. Teremos então o diagrama indicado na fig. 28, a que corresponde uma duração total do projecto, de 240 dias.

Referímo-nos, anteriormente, apenas aos custos directos, mas a execução deverá ser executada pelo caminho que corresponde à soma mínima dos custos directos e indirectos.

Na tabela 13 estão indicadas todas as replanificações anteriormente referidas e mais duas. A primeira destas corresponde à actividade 1 também acelerada, de 60 para 40 dias, com um prazo total de execução de 220 dias, e com um preço de custo de 3090 contos. A segunda corresponde um prazo de 208 dias e 3790 contos de custo directo.

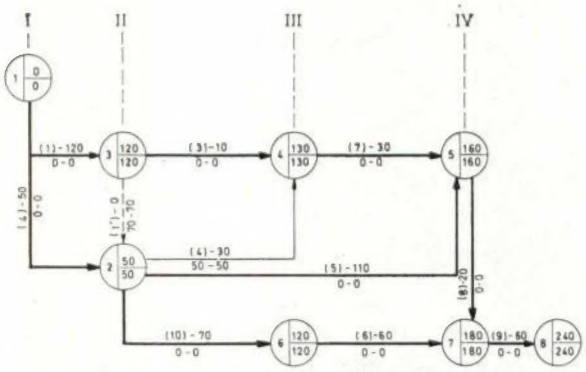


Fig. 28 — Diagrama PERT correspondente à duração acelerada das actividades 2-5-8

Nessa tabela estão indicados os custos indirectos, correspondentes a cada uma das actividades, conforme o considerado em cada replanificacão, verificando-se que o programa 3 é o mais económico (duração 250 dias).

Na fig. 29 fez-se uma representação gráfica correspondente à variação dos custos directos e indirectos, isoladamente e em conjunto.

4.2 — Utilização do computador

Dadas as dificuldades do problema exposto neste parágrafo, a utilização do computador é sempre necessária na prática do PERT-custo. Este procedimento permite não só avaliar os custos de execução do projecto de acordo com

TABELA 13

Custos directos e indirectos correspondentes a cada um dos programas 1-2-3-4-5-6

Programa n.º		1	2	3	4	5	6
Duração (dias)		290	260	250	240	220	208
Custos	Directo	2 800	2.820	2.840	2 990	3.090	3.790
	Indirecto	3.500	2.700	2.500	2 400	2.350	2.000
	Total	6.300	5.520	5.340	5.390	5.440	5.790

um prazo de realização, como analisar toda a economia da execução, em qualquer estado de desenvolvimento desta. Com efeito, permite conhecer ràpidamente as despesas reais, realizadas por meses, comparar os gastos efectivos até à data, com as previsões, e calcular periòdicamente (por exemplo no início de cada mês, ou de certas fases características que se podem isolar, fìsicamente e contabilìsticamente das restantes) as necessidades de dinheiro, por períodos. O PERT-custo é, deste modo, um poderoso auxiliar da gestão, permitindo, com base nos resultados obtidos, tomar rápidas decisões, em tempo útil.

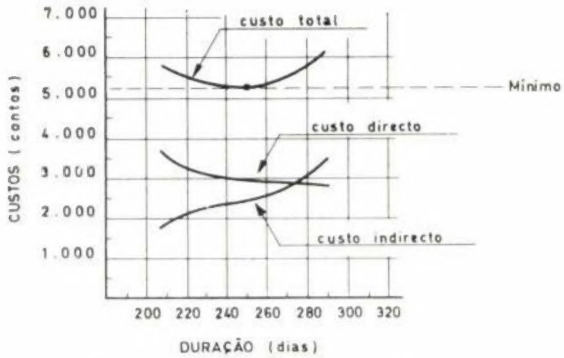


Fig. 29 — Variação dos custos para diversos programas e determinação do custo mínimo

Os programas utilizados podem associar o PERT-tempo e o PERT-cargas ao PERT-custo, o que é particularmente interessante no controlo da execução.

Deste modo podem obter-se dados em relação a avanços e atrasos, referidos às previsões (sejam iniciais, sejam já revistas), a posição e a previsão das cargas, isto é, as necessidades de pessoal e de outros recursos, e os desvios, no que se refere aos custos reais, relativamente aos custos previstos.

5 — AVALIAÇÃO DOS TEMPOS, DAS CARGAS E DOS CUSTOS

Apresentámos, nos parágrafos anteriores, os princípios da planificação, a partir do conhecimento dos tempos necessários à execução das actividades elementares de um projecto, tendo ou não em consideração o respectivo custo, ou a capacidade envolvida.

Vamos, agora, referir a maneira de avaliar os tempos e, o que está relacionado com isso, de avaliar as cargas ou fixar a capacidade a mobilizar, e de determinar os custos. Os pontos de partida para estes cálculos são sempre as medições das quantidades de trabalho do projecto (variáveis de caso para caso) e os rendimentos do trabalho (variáveis com os processos adoptados na execução, com as condições locais e com a época do ano em que decorrem).

Face à necessidade de executar um projecto, bem definido, num determinado período de tempo, há que efectuar os estudos necessários ao esclarecimento das seguintes questões:

— número de operários a recrutar e sua qualificação, e equipamento necessário, isto é, número e tipos de ferramentas, andaimes, cofragens e máquinas necessárias, durante determinados períodos de tempo, a definir;
— quantidades de materiais e de matérias a adquirir, e em que datas;
— dinheiro indispensável, escalonadamente no tempo.

Vamo-nos, em seguida, ocupar do que se refere a mão-de-obra, ferramentas e máquinas, deixando os outros aspectos para os números 6 e 7.

5.1 — Projecto de execução

Para poder planificar é necessário dispor de um projecto completo e bem elaborado, que seja considerado definitivo por todos os intervenientes, donos da obra, projectistas ou executantes.

As medições de uma obra constituem uma mais essenciais peças para a execução do projecto, porque elas constituem toda a base de orçamentação (isto é, da avaliação da economia da obra) da planificação no tempo (isto é, da avaliação da duração da respectiva execução) e da organização de todo o trabalbo. É por isso, absolutamente indispensável poder garantir, desde a fase de estudo, o acerto das medições e isso é perfeitamente possível desde que façam parte das equipas projectistas dois operadores que, de início, trabalhando independentemente, se reunam, e verifiquem, no final do seu trabalho, se existe identidade de resultados ou quaisquer desvios importantes, a fim de serem analisados e corrigidos.

Paralelamente, os desenhos do projecto devem ser os suficientes para a completa definição de todas as actividades, indicando claramente a utilização de elementos de série, existentes no mercado, quando for o caso.

(Continua)

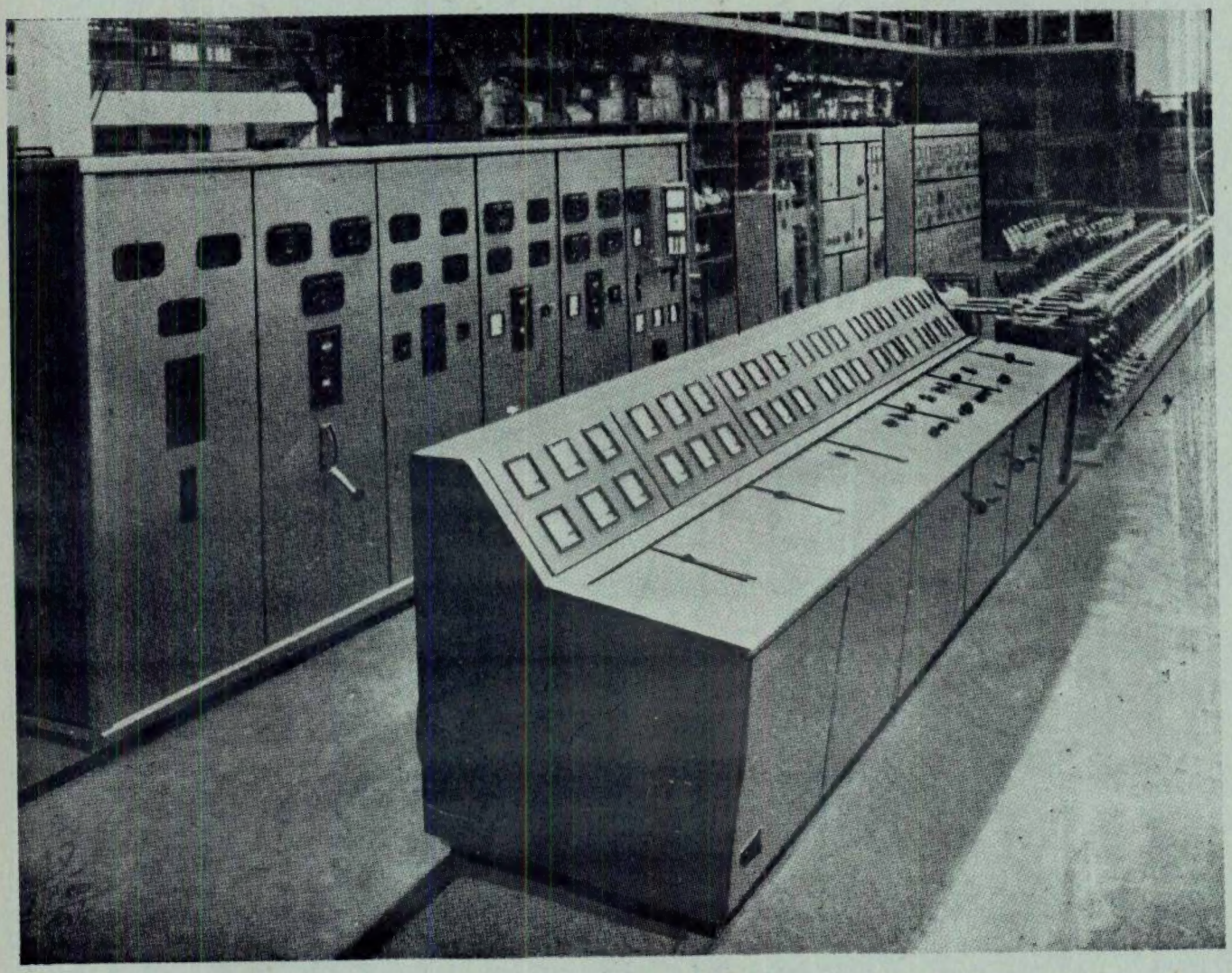
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743



Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

HOJE E SEMPRE... os aglomerados

ISOLA

ISOLA

- para isolamentos térmicos
acústicos
vibráticos

FAZEM PARTE INTEGRANTE
DA ARQUITECTURA MODERNA

Soc. Comercial de Isolamentos
de Cortiça, Lda.

AV. ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 17
LISBOA
Tel: 53 71 91 Teleg: Isola

ESCAVADORAS HIDRÁULICAS
S/RODAS — S/LAGARTAS

yumbo

— ENTREGAS IMEDIATAS

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO
GUEDES & ALMEIDA, LDA.
RUA ÁUREA, 181 - 2.° — TELEFONES 32 50 11 - 32 78 45 — LISBOA

C. D. U. 551.482.212.3:532.543

EVOLUÇÃO E POSIÇÃO ACTUAL DOS CONCEITOS SOBRE TRANSPORTE SÓLIDO EM ESCOAMENTOS COM SUPERFÍCIE LIVRE

(Continuação)

por L. VEIGA DA CUNHA
Engenheiro Civil (IST) do
Serviço de Hidráulica do LNEC

4. TRANSPORTE SÓLIDO POR ARRASTAMENTO

4.1 — Início de transporte sólido

Na prática interessa muitas vezes conhecer as condições que determinam o início de transporte sólido num fundo móvel. O problema põe-se sobretudo no projecto de canais com fundo móvel em que, por imposições de utilização, se exiga a limpidez da água transportada.

O início de transporte, sobretudo se o material de fundo não tiver granulometria uniforme, como sucede sempre nos canais naturais, dá-se de uma forma progressiva. Assim, à medida que aumenta a velocidade do escoamento ou a tensão tangencial no fundo, começam a mover-se primeiro alguns grãos com menores dimensões ou mais expostos às solicitações do escoamento e só algum tempo depois se verifica um transporte generalizado. Esta circunstância torna de certo modo controversa e subjectiva a definição de *início de arrastamento*. Uma definição aceitável parece ser a proposta por LANE, 1953. Este autor preconiza a definição experimental da curva de variação do caudal sólido com a tensão tangencial e a sua extrapolação para definir a *tensão tangencial crítica*, ou de início de transporte, como aquela que corresponde a um valor nulo do caudal sólido.

A primeira investigação com o objectivo de definir condições de início de arrastamento foi conduzida por SHIELDS, 1936, que definiu experimentalmente uma relação (fig. 2) entre os parâmetros

$$\frac{\tau}{\gamma_s' d} \quad \text{e} \quad \frac{V_* d}{\nu}$$

onde $\gamma_s' = \gamma_s - \gamma$ é o peso específico do material submerso, γ_s o peso específico do material, γ o peso específico do fluido e os restantes símbolos têm os significados já anteriormente indicados. Os parâmetros de Shields provaram ser convenientes não apenas para definir as condições de início de transporte, mas também para caracterizar diversos regimes de transporte (ver 4.3) e foram, por isso, usados posteriormente por diversos autores.

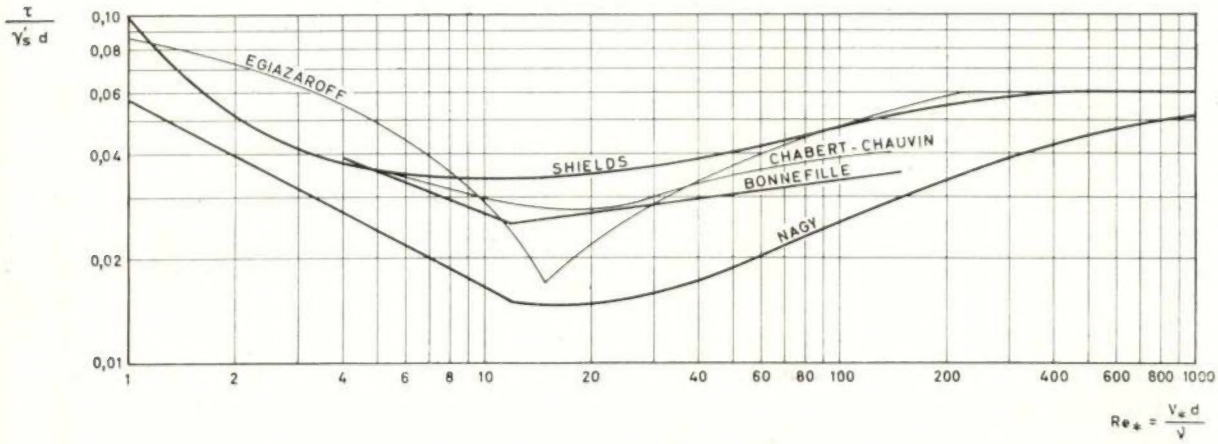


Fig. 2 — Comparação dos critérios de início de transporte sólido

A análise da forma da curva de Shields mostra que a partir de valores do número de Reynolds relativo à velocidade de atrito $Re_* = \frac{V_* d}{\nu}$ superiores a aproximadamente 500 se pode considerar que a tensão tangencial é

$$\tau_c = 0{,}06\, \gamma_s' d$$

o que equivale a dizer que nos escoamentos naturais correntes ($Re_* > 500$) se verifica uma proporcionalidade entre a tensão tangencial crítica e a dimensão do material. Em modelos hidráulicos fluviais contudo, é corrente ter-se $Re_* < 500$.

WHITE, 1940, define também uma relação do mesmo tipo

$$\tau_c = C_w \gamma_s' d \qquad (4.1)$$

onde C_w é um coeficiente que depende da densidade, forma e arrumação das partículas e das propriedades do fluido.

A partir da fórmula de transporte sólido estabelecida por MEYER-PETER e MÜLLER, 1948 (ver 4.4), é possível para $q_s' = 0$ obter uma expressão com a mesma forma de (4.1), fazendo $C_w = 0{,}047$. Contudo os mesmos autores indicam ainda que para garantir uma completa ausência de transporte se deve utilizar o coeficiente 0,03 em vez de 0,047.

RAMETTE e HEUZEL, 1962, utilizando marcadores radioactivos, fizeram determinações experimentais do coeficiente C_w num troço do rio Ródano em que o material do fundo era fundamentalmente seixo e chegaram à conclusão que o seu valor dependia do material transportado, variando entre $C_w = 0{,}035$ para $d = 25$ mm e $C_w = 0{,}016$ para $d = 75$ mm.

EGIAZAROFF, 1957, definiu uma relação análoga à de Shields (fig. 2) considerando $C_w = 0{,}06$ para $Re_* > 200$. Para valores de $Re_* < 200$ considerou ser preferível substituir a curva contínua de Shields por duas curvas (duas rectas em coordenadas semilogarítmicas) que se encontram num ponto correspondente a $Re_* \simeq 15$.

BONNEFILLE, 1963, também definiu uma variação do mesmo tipo (fig. 2) admitindo duas rectas em coordenadas logarítmicas intersectando-se para $Re_* \simeq 12$. Este valor corresponde, como se sabe ([1]), ao caso em que o grão ocupa toda a espessura da película laminar e separa por isso dois regimes hidràulicamente diferentes.

NAGY e KARADI, 1960, definiram uma relação entre $\frac{\tau}{\gamma_s' d}$ e $\frac{d}{\delta}$ que se reduz fàcilmente às coordenadas de Shields (fig. 2), tendo presente que $Re_* = 11{,}6 \frac{d}{\delta}$ de acordo com a expressão (2.5).

Finalmente CHABERT e CHAUVIN, 1963, com base num grande número de ensaios realizados com materiais de pesos específicos diferentes, definiram também uma curva nas coordenadas adoptadas por Shields (fig. 2) e com o mesmo andamento geral, mas fazendo $C_w \simeq 0{,}04$ para $Re_* > 100$.

Outros autores definiram critérios para o início de transporte sólido com base em relações entre parâmetros diferentes dos propostos por SHIELDS, 1936, utilizando até por vezes parâmetros com dimensões. BOGARDI, 1959, por exemplo, define uma relação entre $\frac{gd}{V_*^2}$ e d, admitindo valores constantes do peso específico do material de fundo e da temperatura. Entre os critérios recentes que não utilizam os parâmetros de Shields destaca-se o de GARDE e RAJU, 1963, o qual, considerando que a tensão tangencial não é um parâmetro conveniente para definir o início de arrastamento, define, com base em muitos resultados de laboratório e da natureza, uma relação entre $I_s \frac{\gamma}{\gamma'_s}$ e $\frac{R}{d}$ (fig. 6) onde I_s é a inclinação superficial da água e R o raio hidráulico.

A comparação das diversas curvas da fig. 2 mostra uma certa disparidade entre os resultados apresentados pelos vários autores. Contudo, se se exceptuar a curva proposta por Nagy que se afasta muito das outras, pode-se considerar que a dispersão entre as diversas curvas não é exagerada e está de acordo com a dispersão habitual dos resultados relativos a escoamentos com fundo móvel. Esta dispersão já fora aliás admitida por SHIELDS, 1936, que na publicação original dos seus resultados apresenta em vez de uma curva uma faixa com certa largura.

Outro ponto a ter em consideração resulta da circunstância de todas as leis de início de transporte sólido serem baseadas em ensaios que tomam como situação de partida um fundo plano, o que limita a validade dessas leis a esta condi-

([1]) — Ver expressão (2.5).

ção. De facto, quando, sobre um fundo móvel em que ocorreram por exemplo rugas ou dunas, a velocidade se reduz até deixar de haver transporte e depois aumenta de novo, as leis de início de transporte apresentadas já não são válidas.

4.2 — Configurações do fundo nos escoamentos com fundo móvel

É sabido que, quando a velocidade média de um escoamento com fundo móvel cresce progressivamente, o fundo vai apresentando várias configurações. A partir do repouso e por ordem sucessiva de ocorrência à medida que a velocidade aumenta podem distinguir-se as seguintes configurações ou regimes do fundo: leito plano, rugas, dunas, transição e antidunas.

Assim que a velocidade do escoamento atinge o valor crítico de início de transporte, as partículas do fundo começam a deslocar-se, mantendo-se o *leito plano* durante algum tempo.

Se aumentar a velocidade formam-se no fundo configurações chamadas *rugas*, que são ondulações relativamente regulares com uma altura da ordem dos centímetros e comprimento de onda da ordem dos decímetros. Têm em geral um talude de montante bastante suave e um talude de jusante mais áspero, correspondente ao ângulo de talude natural do material de fundo, mas também podem assumir uma forma aproximadamente sinusoidal. As rugas deslocam-se para jusante com uma velocidade pequena relativamente à velocidade do escoamento. As cristas das rugas podem ser muito curtas ou alongar-se transversalmente ao escoamento com extensões de várias vezes o comprimento de onda médio da ruga.

Se o material do fundo for fino, as rugas formam-se em geral muito ràpidamente logo que se inicia o movimento do material. Para materiais relativamente grosseiros, com dimensões da ordem de 1 mm ou mais, não se formam normalmente rugas, mantendo-se o leito plano durante mais tempo até se dar o aparecimento de dunas.

Note-se contudo que a estabilidade de um leito plano pode considerar-se em certa medida análoga à estabilidade de um escoamento laminar, pois um regime de leito plano, susceptível de se manter se não houver perturbações, pode dar lugar a um regime de rugas ou de dunas, desde que seja introduzida uma perturbação qualquer.

As *dunas* são ondulações muito mais irregulares do que as rugas com altura da ordem dos decímetros e comprimento de onda da ordem dos metros, das dezenas ou mesmo centenas de metros. Por vezes designam-se por *bancos* as dunas de grandes dimensões. As dunas exibem geralmente um talude de montante suave e um talude de jusante áspero com inclinação correspondente ao ângulo de talude natural do material. Os comprimentos das cristas das dunas são geralmente da mesma ordem de grandeza do seu comprimento de onda. As dunas deslocam-se para jusante com uma velocidade muito inferior à do escoamento.

Qualitativamente pode dizer-se que há afinidade entre as rugas e as dunas, distinguindo-se apenas pelas dimensões que são muito maiores nas últimas. Quando o material é relativamente fino, é corrente verificar-se a formação de rugas sobre a superfície das dunas.

Quando a velocidade aumenta as dimensões das dunas reduzem-se e o fundo tende para uma configuração sensìvelmente plana que é chamada de *transição* porque posteriormente o fundo volta a apresentar ondulações. Se o material for fino as dunas podem ser completamente eliminadas, ficando o fundo pràticamente plano. Se o material for relativamente grosseiro as dunas não são completamente eliminadas, mas apenas reduzidas e em geral só se localizam em certas zonas do fundo alternando com zonas de fundo plano.

A superfície da água que é plana nos regimes de fundo plano e de rugas apresenta, no regime de dunas, irregularidades de importância crescente com as dimensões destas, e volta a ficar plana no regime de transição, que ocorre normalmente para números de Froude da ordem de 0,8.

Quando o escoamento ultrapassa as condições críticas e assume características de rápido, desenvolvem-se no fundo ondulações, normalmente com forma aproximadamente sinusoidal, em fase com ondas da superfície livre sensìvelmente estacionárias e em geral de maior amplitude do que as configurações do fundo. Estas configurações designam-se por *antidunas*, por se deslocarem geralmente no sentido contrário ao das dunas, isto é para montante. Note-se no entanto que as antidunas podem também manter-se estacionárias ou deslocar-se para jusante, dependendo

das características do escoamento, do fluido e do material do fundo. As cristas das antidunas têm em geral uma extensão da ordem de grandeza do respectivo comprimento de onda. Para números de Froude suficientemente elevados as antidunas e as ondas superficiais crescem com o tempo e consequentemente estas últimas tendem a rebentar. A agitação provocada pela rebentação destrói parcialmente as antidunas, o que dá origem à renovação do processo de crescimento.

As tentativas que têm sido feitas para descrever qualitativamente as várias configurações de fundo baseiam-se, regra geral, em ensaios laboratoriais feitos em canais com pequena largura relativamente ao comprimento de onda das configurações e que por isso dão uma visão bidimensional de fenómenos que na natureza são eminentemente tridimensionais. A análise quantitativa das configurações de fundo na natureza é normalmente difícil de realizar durante o escoamento, e as configurações que se observam, quando os caudais se reduzem ou se anulam, são já configurações modificadas. Dados estes condicionalismos não parece significativo tentar mais do que uma descrição qualitativa das configurações de fundo do tipo da que atrás se apresentou. Referem-se no entanto, como eventuais elementos de consulta para os interessados, os trabalhos de GARDE e ALBERTSON, 1959, e YALIN, 1964, que, entre outros, estudam as dimensões das rugas e das dunas. As diferentes configurações de fundo atrás referidas, que se podem observar em ensaios laboratoriais, não são em geral todas elas fàcilmente observáveis em cursos de água naturais. Costumam distinguir-se correntemente apenas duas categorias de configurações, agrupando-se por um lado o regime de rugas e dunas e por outro o regime de transição e de antidunas. Note-se ainda que em cursos de água naturais o número de Froude global da secção pode não ser um bom parâmetro para caracterizar o regime de fundo, pois é possível começarem a formar-se antidunas na zona do talvegue com números de Froude globais consideràvelmente inferiores à unidade.

Como se viu em 2.2, a rugosidade de um fundo móvel pode decompor-se em dois termos: um correspondente à rugosidade superficial que é condicionada pelas dimensões do material e outro correspondente à rugosidade de forma que depende das configurações do fundo. A rugosidade de forma é muito mais importante que a rugosidade superficial, se existirem rugas ou dunas no fundo, mas o seu valor pode baixar consideràvelmente se se estabelecer o regime de leito plano ou de transição.

Na fig. 3 mostram-se resultados apresentados por VANONI e BROOKS, 1957, relativos a ensaios laboratoriais de NOMICOS, 1956, que põem em

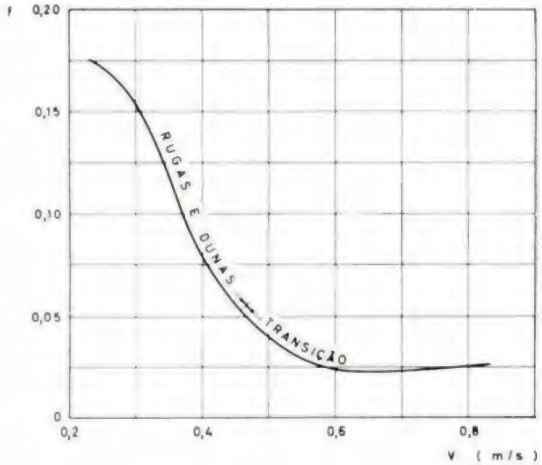
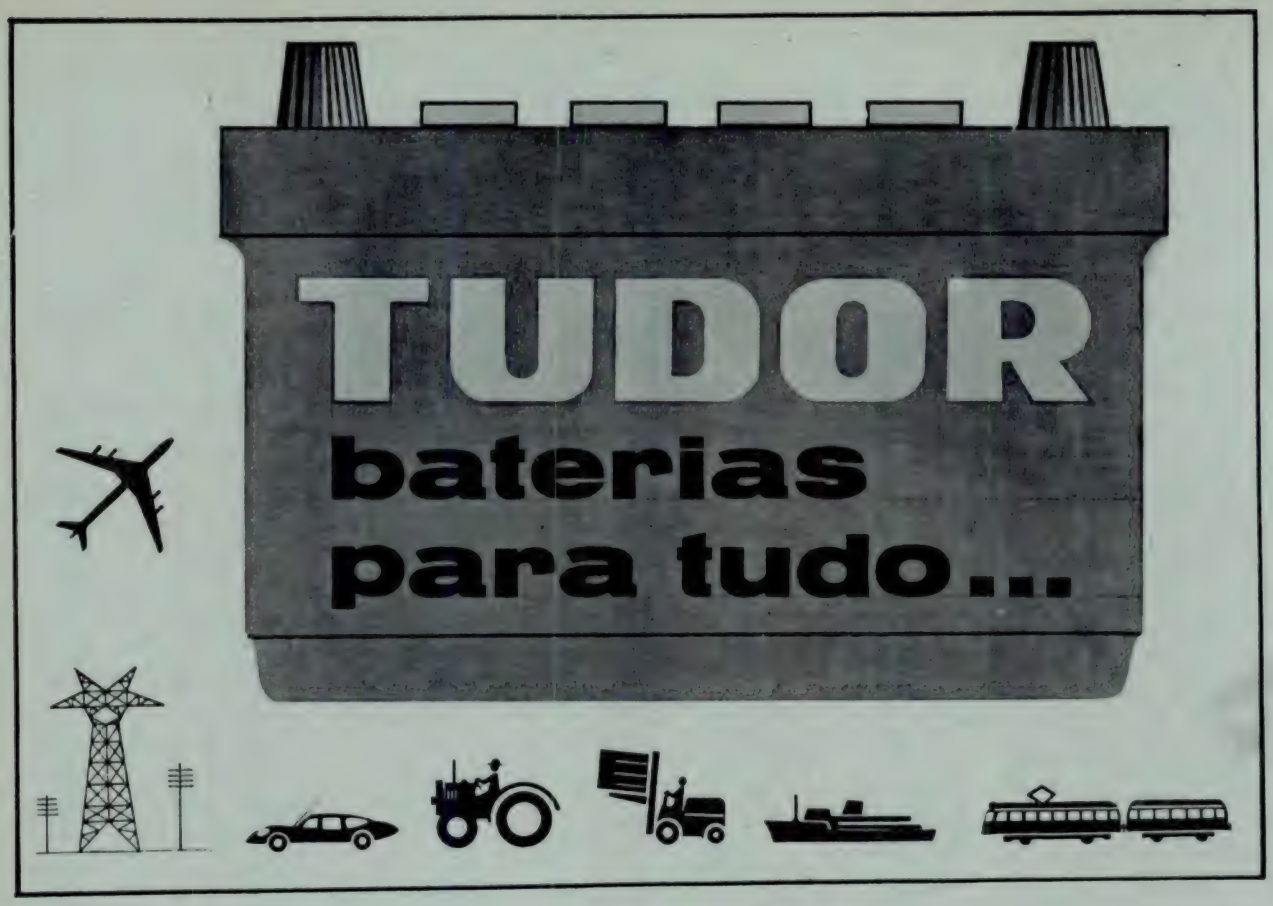


Fig. 3 — Variação do coeficiente de resistência com a velocidade (de acordo com VANONI e BROOKS, 1957)

evidência a variação do coeficiente de resistência de um fundo móvel com a velocidade do escoamento. A figura foi transformada para unidades métricas e indicaram-se as configurações presentes no fundo de acordo com a classificação anteriormente estabelecida. Como se vê, o factor de resistência varia entre valores numa razão de cerca de 9 para 1, quando o fundo passa do regime de rugas ao de transição.

Os ensaios a que se refere a fig. 3 foram realizados com areia fina ($d = 0{,}15$ mm) e por isso o valor máximo do coeficiente de resistência é atingido para velocidades muito baixas, uma vez que o regime de rugas se estabelece pràticamente logo que começa a haver movimento. Se o material for relativamente grosseiro não se formam rugas e estabelece-se durante algum tempo um regime de leito plano seguido de um aparecimento progressivo de dunas, havendo portanto uma zona inicial bem evidente de crescimento do factor de resistência com a velocidade, antes de se atingir o valor máximo. O autor, 1967, pôs em evidência uma variação deste tipo,



PRISMA

ARMADURAS
PRÉ-FABRICADAS
EM TODOS
OS TIPOS DE AÇO
PARA BETÃO

AÇO A 24
AÇO A 40
AÇO A 50
AÇO A 68

PRISMA - Armaduras para Betão, SARL
Rua D. Luís I, 20 — LISBOA 2
Telef. 67 01 76

COMPANHIA PORTUGUESA DE TREFILARIA, S. A. R. L.

trefilaço — A40 — σ 0,2 = 40 kgf/mm²

MALHASOL — A50 — σ 0,2 = 50 kgf/mm²

AÇO BI — A68 — σ 0,2 = 68 kgf/mm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO

DIAL — GABINETE TÉCNICO
R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º
TELEFONES 67 12 24/5 e 67 37 85 - LISBOA

COMETNA

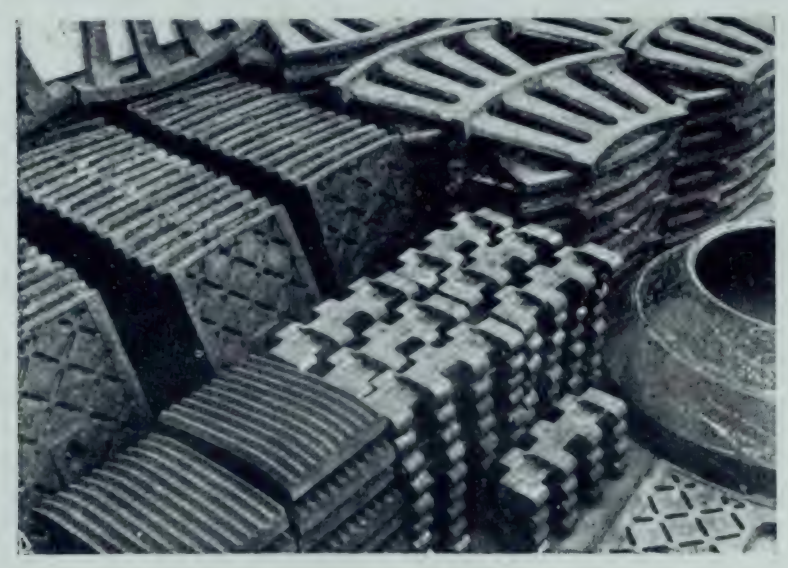
COMPANHIA METALÚRGICA NACIONAL, S. A. R. L.

Sucessora de «ALFREDO ALVES & C.ª (FILHOS)»

SEDE — Rua da Academia das Ciências, n.º 5 — Telef. 32 00 11 — LISBOA
FILIAL — Praça D. João I, n.º 25, 1.º — Telefone, 2 42 71 — PORTO

AO SERVIÇO DAS INDÚSTRIAS DE:

CAMINHOS DE FERRO • CIMENTOS • SIDERURGIA • MINEIRA • PROD. DE ENERGIA
PETRÓLEOS • OBRAS PÚBLICAS E PORTOS • CONSTRUÇÃO CIVIL • CERÂMICA • ETC.



DEPARTAMENTO DE FUNDIÇÃO

Aços ao forno eléctrico e ao convertidor — Ferros em ligas normais e especiais — Ferro Meehanite — Metais não ferrosos — Moldação mecânica de grandes ou médias séries laboratórios para «controle» físico-químico, metalográfico e radiográfico.

SECÇÃO «CAMINHOS DE FERRO

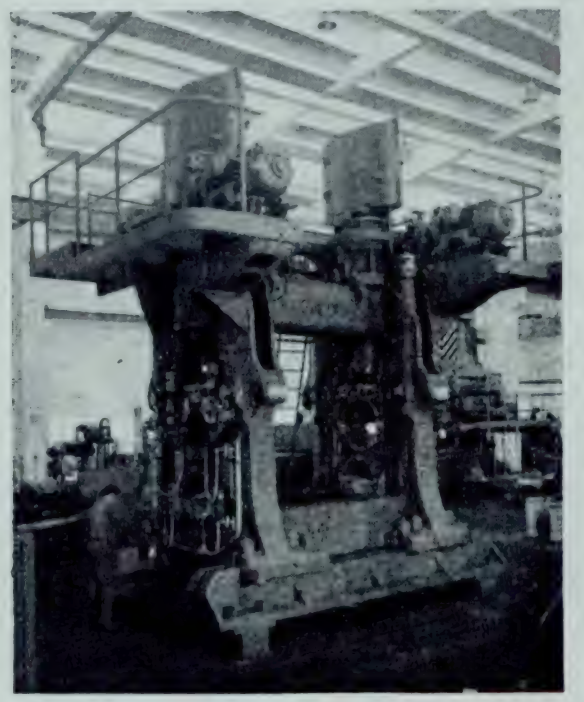
Engates automáticos — Aparelhos de choque automáticos — Bogies em aço vazado — Aparelhos de via e Aparelhos de dilatação — Cilindros de freio de vácuo, caixas de rolamentos, eixos de material circulante, etc.
Licenças das firmas «U. E. Henricot», «Cardwell W.», «E. Steel Castings Co.», «Amsted Ind.», «General Steel Ind.» e outras

DEPARTAMENTO METALOMECÂNICO

Construções mecânicas e metálicas — Forjagem — Válvulas industriais normalizadas, sob licença de «Phoenix Armaturen-Werk» — Carros para transporte de lixos, sob licença de «J. Ochsner» — Auto-tanques para transporte de produtos líquidos, sólidos e gasosos sob licença de «W. P. Butterfield, Ltd.»

SECÇÃO «CONSTRUÇÃO CIVIL»

Betoneiras — Britadeiras — Máquinas para a Indústria de cerâmica, sob licença de «Uniceram» — Material tubular «Entrepose» e «Quifix» para andaimes tubulares — Vibradores — Grupos moto-bombas



LICENCIADA DAS FIRMAS:

USINES EMILE HENRICOT — THE INTERNATIONAL MEEHANITE CO. — INTERNATIONAL NICKEL CO. — NORDBERG MANUFACTURING CO. — F. L. SMIDTH A/S — LE MATERIEL CERAMIQUE MODERNE — PHOENIX ARMATUREN — WERK BREGEL K. G. — ENTREPOSE S. A. — J. OSCHNER & CA. ENGLISH STEEL CASTINGS CORP. — CARDWELL WESTINGHOUSE — AMSTED INDUSTRIES — ACIERS DE HAINE — SAINT PIERRE ET LESGUIN — GENERAL STEEL INDUSTRIES — W. P. BUTTERFIELD LTD.

baseando-se em medições realizadas no rio Mondego, onde o material de fundo é relativamente grosseiro.

Em face do que se disse, compreende-se fàcilmente o grande interesse que existe em poder prever as configurações de fundo que correspondem a determinadas características hidráulicas dos escoamentos. Por exemplo, para definir correctamente a curva de vazão de um escoamento com fundo móvel, é indispensável ter em conta as variações do coeficiente de resistência que correspondem às modificações do fundo. Basta notar que é perfeitamente possível ter num canal com fundo móvel dois regimes de escoamento com a mesma inclinação, mas com velocidades e profundidades diferentes. Para que tal se dê é suficiente que ao escoamento de maior profundidade e menor velocidade corresponda um regime de rugas ou dunas e ao escoamento de menos profundidade e maior velocidade corresponda um regime de transição.

Têm sido feitas várias tentativas para explicar o mecanismo físico que determina a formação das diversas configurações de fundo. VON KARMAN, 1947, por exemplo, pretende explicar a formação de dunas como consequência da turbulência, formulando certas hipóteses que relacionam a velocidade de sedimentação das partículas, a componente vertical da velocidade turbulenta e a velocidade tangencial do fluido junto ao fundo. ANDERSON, 1953, considera as dunas provocadas por variações de velocidade determinadas por instabilidades da superfície livre. LIU, 1957, apresenta uma das teorias mais aliciantes para a formação de *rugas e dunas*, atribuindo-as à instabilidade da camada limite laminar.

Contudo nenhuma destas teorias, ou de outras propostas, satisfaz inteiramente ou beneficia de uma confirmação generalizada. A hipótese de Anderson, por exemplo, não explica a formação de dunas em condutas em pressão ou de dunas provocadas pelo vento. A hipótese de Liu não se aplica ao caso das dunas, que, sendo qualitativamente análogas às rugas, só se formam em regime turbulento rugoso quando a camada limite laminar não existe.

No estado actual dos conhecimentos, a via mais adequada para caracterizar as configurações do fundo consiste em recorrer a relações experimentais entre certos parâmetros característicos do escoamento, procedendo de forma análoga à que é seguida para definir as condições de início de transporte.

4.3 — Critérios para caracterizar a existência das diversas configurações de fundo

O primeiro critério para definir configurações de fundo foi apresentado por LIU, 1957, para caracterizar o aparecimento de rugas. Liu utilizou uma relação entre os parâmetros $\frac{V}{w}$ e Re_* (fig. 4) onde w é a velocidade de sedimentação do material.

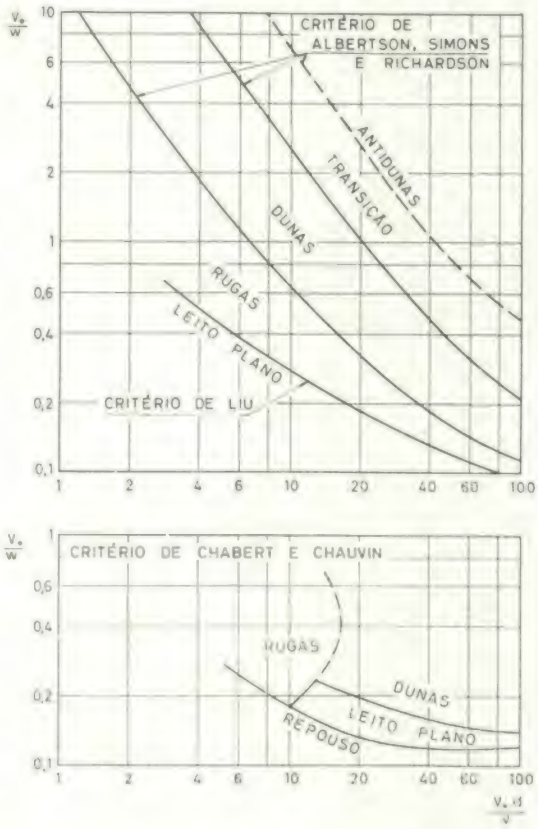


Fig. 4 — Critérios de LIU, 1957, ALBERTSON, SIMONS e RICHARDSON, 1958 e CHABERT e CHAUVIN, 1963

Na discussão do trabalho de Liu, ALBERTSON, SIMONS e RICHARDSON, 1958, servindo-se dos mesmos parâmetros e com base em resultados laboratoriais, apresentaram curvas de separação entre os regimes de rugas, dunas, transição e antidunas (fig. 4). Verificou-se contudo que estas curvas não eram válidas para os cursos de água naturais e por isso outros autores procuraram

substituí-las por outras mais adequadas. CHABERT e CHAUVIN, 1963, utilizando também as coordenadas de Liu, definiram outras curvas (fig. 4) com base em ensaios feitos com materiais de diversas granulometrias e pesos específicos. Estes ensaios foram realizados dentro da gama de valores habituais nos modelos fluviais e tinham por objectivo principal dar indicações para a escolha de materiais a utilizar no fundo móvel de tais modelos. A fig. 4 evidencia que, conforme se indicou em 4.2, em certas zonas do gráfico se passa do repouso ao regime de dunas através de rugas e noutras zonas as rugas nunca se chegam a formar. Chabert e Chauvin também definiram as mesmas curvas nas coordenadas de Shields: $\frac{\tau}{\gamma_s' d}$ e Re_*.

BONNEFILLE, 1965, com base numa análise dos dados de Chabert e Chauvin mais sofisticada que a dos próprios autores, completou o critério correspondente definindo uma região de formação de rugas sobre dunas.

BOGARDI, 1959, relacionando os mesmos parâmetros $\frac{gd}{V_*^2}$ e d que utilizou para definir o início de transporte, propôs também um critério para caracterizar a existência de novas configurações de fundo. As aplicações deste critério a cursos de água naturais não se revelaram satisfatórias.

GARDE e ALBERTSON, 1959, concordando com o critério de Liu para o aparecimento de rugas, mas discordando do critério de Albertson, Simons e Richardson, definiram curvas de separação das configurações de fundo relacionando $\frac{\tau}{\gamma_s' d}$ com o número de Froude $F_r = \frac{V}{\sqrt{gH}}$ (fig. 5).

Posteriormente GARDE e RAJU, 1963, admitiram que a curva que na fig. 5 separa a zona de transição da de antidunas poderia ser substituída com vantagem por uma recta com $F_r = 1$. Estes mesmos autores apresentaram também outro critério de definição das configurações de fundo com base nos parâmetros $I_s \frac{\gamma}{\gamma_s'}$ e $\frac{R}{d}$ (fig. 6) que tem a vantagem de a sua aplicação não exigir o conhecimento de velocidade média V.

LARRAS, 1967, apresentou um critério em que define as linhas de separação por intermédio de uma relação entre os números de Froude e de Reynolds. Este critério não fez intervir

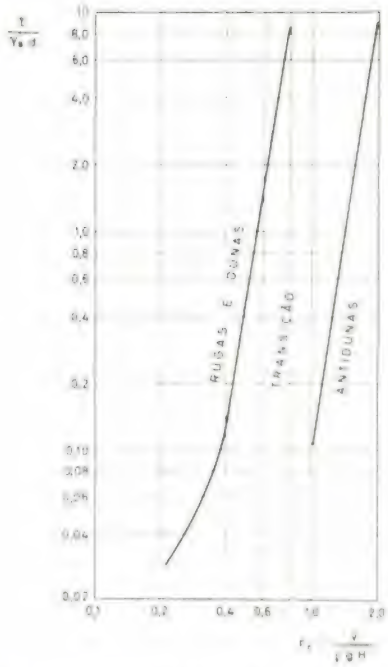


Fig. 5 — Critério de GARDE e ALBERTSON, 1959

a dimensão do material, que só considera relevante quando $\frac{H}{d} < 150$, o que é raro acontecer nos escoamentos naturais. A grande dispersão dos pontos experimentais em torno das linhas de separação não permite concluir que este método represente qualquer progresso em relação aos anteriores.

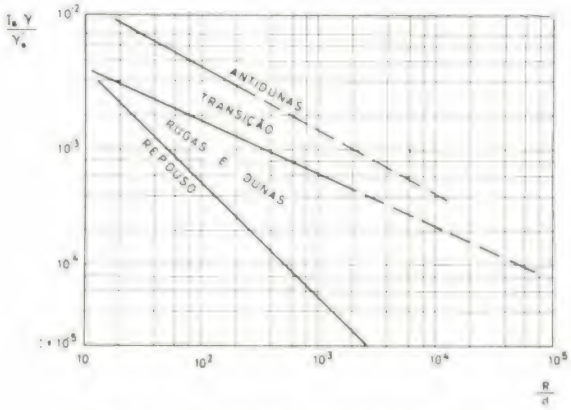


Fig. 6 — Critério de GARDE e RAJU, 1963

4 4 — Capacidade de transporte por arrastamento

A capacidade de transporte sólido por arrastamento numa determinada secção de um escoamento depende das características hidráulicas do próprio escoamento, das propriedades do fluido e das propriedades dos sedimentos.

Têm sido propostas muitas *fórmulas de transporte sólido* — fórmulas que relacionam o caudal sólido com parâmetros do escoamento, do fluido e do material de fundo — quase se podendo dizer que as expressões apresentadas são tantas como os investigadores que se dedicaram a estes problemas.

Na realidade, muitas das fórmulas não diferem essencialmente na sua estrutura e, se nas aplicações se depara por vezes com uma surpreendente diversidade de resultados, isso pode atribuir-se sobretudo ao facto de as várias expressões só serem válidas dentro das condições experimentais que serviram de base ao seu estabelecimento. Além disso, as fórmulas são em geral estabelecidas apenas com base em ensaios laboratoriais e, mesmo quando é tentada uma comparação com resultados da natureza, esta nunca é absolutamente concludente, dada a dificuldade que existe em medir caudal sólido em escoamentos naturais com o equipamento de que actualmente se dispõe.

Em face das circunstâncias expostas, compreende-se que não tenha interesse uma referência exaustiva às numerosas fórmulas apresentadas, citando-se apenas as mais importantes ou as que tenham provado aplicar-se melhor aos escoamentos naturais.

No princípio do século XX foram propostas várias expressões baseadas no conceito de tensão tangencial crítica. Entre outras citam-se as de SCHOKLITSCH, 1914, Mc DOUGALL, 1933, O' BRIEN e RINDLAUB, 1934, U. S. WATERWAYS EXPERIMENT STATION, 1935, SHIELDS, 1936, e CHANG, 1939, que não se apresentam, não só por darem resultados manifestamente menos correctos do que outras expressões mais recentes, mas ainda por serem todas de estrutura análoga à antiga fórmula de DU BOYS, 1879, que introduziu o conceito de tensão tangencial crítica.

A fórmula de Du Boys define o caudal sólido por unidade de largura q_s em função da tensão tangencial $\tau = \gamma RI$ e da tensão tangencial correspondente ao início de arrastamento ou *tensão tangencial crítica*, τ_c, através da seguinte expressão:

$$q_s = \psi \tau (\tau - \tau_c)$$

sendo ψ um coeficiente que depende das características do material de fundo. Se bem que a fórmula de Du Boys tenha sido deduzida com base em hipóteses sobre o mecanismo de transporte sólido, que à luz dos conhecimentos actuais se sabe não serem correctas, ela beneficiou durante muito tempo de uma larga aceitação e pode ser ainda empregada em cálculos expeditos utilizando os valores de ψ e τ_c propostos por STRAUB, 1935. Estes valores, que foram indicados para partículas de diferentes diâmetros e peso específico 2,65 t/m³, permitem calcular q_s em m³/m. s e constam da seguinte tabela:

d (mm)	ψ (m⁶/Kg².s)	τ_c (kg/m²)
0,125	0,0032	0,078
0,250	0,0019	0,083
0,500	0,0011	0,108
1	0,00067	0,156
2	0,00039	0,250
4	0,00023	0,440

VELIKANOV, 1946, propôs uma expressão em que se substitui o conceito de tensão tangencial crítica pelo de velocidade crítica:

$$q_s = m\, d\, (V - V_c)$$

onde V e V_c são as velocidades média e crítica, d é a dimensão do material e m é uma medida da sua compactação.

MEYER-PETER e MÜLLER, 1948, com base em extensos e acurados estudos experimentais, propuseram a seguinte fórmula de transporte sólido:

$$\left(\frac{K_s}{K_r}\right)^{3/2} \gamma HI = 0{,}047\ \gamma_s' d + 0{,}25 \left(\frac{\gamma}{g}\right)^{1/3} q_s'^{\,2/3}$$

onde

$$K_s = \frac{V}{R^{2/3}\, I^{1/2}} \quad \text{e} \quad K_r = \frac{26}{d_{90}^{\ 1/6}} \quad (\text{com } d_{90} \text{ em m})$$

são respectivamente o coeficiente de rugosidade global de Strickler e o coeficiente de rugosidade correspondente às partículas do fundo. q_s' é o caudal sólido por unidade de largura pesado submerso e os restantes símbolos têm os significados já indicados.

Esta fórmula corresponde à modificação de uma outra proposta anteriormente por MEYER-PETER et al., 1934, e apresenta como principal inovação a separação dos efeitos das rugosidades superficial e de forma e a consequente introdução do factor $\left(\frac{K_s}{K_r}\right)^{3/2}$ que afecta a tensão tangencial. Conforme já se referiu em 2.2 esta separação foi

considerada através da decomposição de inclinação da linha de energia I em duas parcelas I' e I'' respectivamente correspondentes às rugosidades superficial e de forma.

Note-se que, desde que se admita uma distribuição uniforme de velocidade na secção, o expoente que afecta a relação $\frac{K_s}{K_r}$ deveria teòricamente ser 2 em virtude de os coeficientes de rugosidade serem proporcionais ao quadrado da perda de carga. No entanto Meyer-Peter e Müller propuseram o expoente 3/2 por considerarem que assim a fórmula se adaptava melhor aos resultados experimentais.

A fórmula de Meyer-Peter e Müller beneficiou de ampla aceitação, sobretudo na Europa, em virtude dos novos conceitos introduzidos e da sólida base experimental em que assentava. Convém contudo notar que no fundo se trata de uma fórmula que deriva do conceito de tensão tangencial crítica. De facto o primeiro membro da equação representa uma tensão tangencial efectiva τ' que é igual ao produto do factor $\left(\frac{K_s}{K_r}\right)^{3/2}$ pela tensão tangencial total $\tau = \gamma H I$. O primeiro termo do segundo membro é a tensão tangencial crítica τ_c pois iguala o primeiro membro quando q'_s for nulo. A fórmula pode então escrever-se

$$q'_s = 8 \left(\frac{g}{\gamma}\right)^{1/2} (\tau - \tau_c)^{3/2}$$

que é uma fórmula de estrutura análoga à de Du Boys, em que a diferença das tensões tangenciais vem afectada de um expoente diferente da unidade, como aliás acontece em várias outras expressões entre as que atrás se enumeram.

As fórmulas baseadas na tensão tangencial crítica, incluindo a de Meyer-Peter e Müller, consideram o transporte por arrastamento uma consequência da tensão tangencial no fundo, que admitem constante e igual ao valor médio $\tau = \gamma I$. KALINSKE, 1947, estabeleceu uma expressão com base em critérios diferentes. Considerando que as flutuações turbulentas ao nível do fundo também influem no transporte das partículas, e, baseando-se por um lado nas modernas teorias da turbulência e por outro no conceito de *probabilidade de movimento* das partículas do fundo, deduziu a seguinte equação:

$$\frac{q_s}{V_* d \gamma_s} = 2{,}5\, \varphi\left(\frac{\tau_c}{\tau}\right)$$

que se representa gràficamente na fig. 7. Kalinske propôs para calcular a tensão tangencial crítica a expressão $\tau_c = 0{,}116\, \gamma'_s d$ (em unidades métricas).

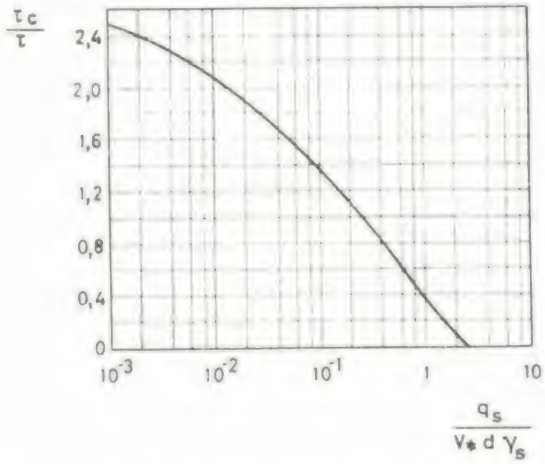


Fig 7 — Função de transporte sólido de Kalinske

EINSTEIN, 1950, estabeleceu uma fórmula de transporte sólido, baseando-se por um lado na separação dos efeitos das resistências de forma e superficial, como fizeram Meyer-Peter e Müller, e por outro num conceito de probabilidade de movimento até certo ponto análogo ao que foi introduzido por Kalinske.

Para separar a resistência ao escoamento, admitiu a decomposição do raio hidráulico em duas parcelas R' e R'', em vez da decomposição da inclinação como fizeram Meyer-Peter e Müller. Considerou que só a turbulência provocada pela rugosidade superficial dos grãos participa efectivamente no transporte, enquanto a turbulência provocada pelas configurações do fundo se manifesta já a uma distância deste suficientemente grande, para não interferir no transporte.

A probabilidade de movimento das partículas do fundo foi expressa por Einstein como uma função da relação entre a força ascensional instantânea e o peso da partícula submersa. O ritmo de erosão das partículas do fundo é proporcional àquela probabilidade de movimento e ao número de partículas susceptíveis de serem transportadas por unidade de superfície do fundo. Por outro lado o ritmo de deposição das partículas do fundo depende do caudal sólido na secção e da proba-

bilidade de deposição que por sua vez está relacionada com os valores das forças ascensionais e com as características de forma, dimensões e peso das partículas.

Para que se atinja um equilíbrio de transporte sólido é necessário que os ritmos de erosão e de deposição das partículas sejam iguais. Com base em resultados das teorias da turbulência, Einstein definiu a seguinte expressão analítica para a probabilidade de movimento p das partículas

$$p = 1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-B_* \Psi - 1/\eta_0}^{B_* \Psi - 1/\eta_0} e^{-t^2} \, dt = \frac{A_* \Phi}{1 - A_* \Phi}$$

Esta equação representa a *função de transporte de Einstein*. Se se atender a que $A_* = 27$, $B_* = 0,143$ e $\eta_0 = 0,5$ são constantes determinadas experimentalmente, a equação anterior transforma-se numa função $\Psi = f(\Phi)$. O parâmetro de escoamento Ψ e o parâmetro de transporte Φ são dados pelas expressões:

$$\Psi = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \frac{d}{R' I} \qquad \Phi = \frac{q_s}{\rho_s g} \left(\frac{\rho}{\rho_s - \rho} \frac{1}{g d^3} \right)^{1/2}$$

onde R' tem o significado já anteriormente referido, sendo $\mu = \frac{R'}{R}$ o coeficiente $\left(\frac{K_s}{K_r} \right)^{3/2}$ que intervém na fórmula de Meyer-Peter e Müller.

A função $\Psi = f(\Phi)$ representa-se gràficamente na fig. 8 para facilidade de utilização.

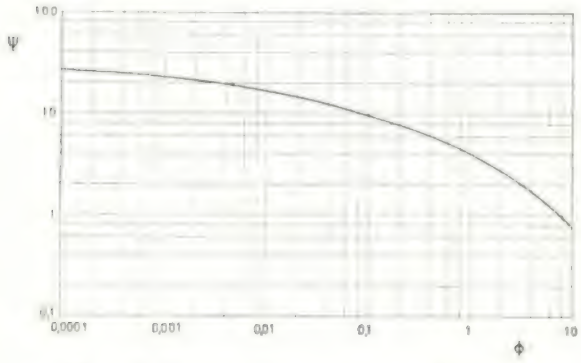


Fig. 8 — Função de transporte de Einstein

A função referida foi estabelecida para materiais com granulometria uniforme, tendo Einstein indicado factores de correcção para os valores de Ψ e Φ quando a granulometria do material for variável. Se o material for relativamente bem calibrado, podem contudo utilizar-se as expressões de Ψ e Φ indicadas acima, fazendo $d = d_{35}$ (diâmetro tal que 35 % do material é mais fino).

FRIJLINK, 1952, verificando que tanto as fórmulas Meyer-Peter e Müller como a de Einstein não concordavam na região dos pequenos caudais sólidos, com medições feitas nalguns rios holandeses, propôs uma expressão que seria preferível às anteriores no caso de cursos de água transportando materiais muito finos. A fórmula é a seguinte:

$$\frac{q_{sv}}{d \sqrt{g \mu R I}} = 5 \, e^{-\frac{0,27 \Delta d}{\mu R I}}$$

com

$$\mu = \left[\frac{C}{5,75 \sqrt{g} \log \frac{12 R}{k_s}} \right]^{3/2}$$

onde μ é o coeficiente que traduz a influência das ondulações do fundo que também aparece nas fórmulas de Meyer-Peter e Müller e de Einstein, q_{sv} é o caudal sólido por unidade de largura medido em volume e $\Delta = \frac{\rho_s - \rho}{\rho}$.

Mais recentemente EGIAZAROFF, 1957, estabeleceu uma fórmula de transporte sólido que pretende relacionar o caudal sólido com a tensão tangencial efectiva e a inclinação da linha de energia. Esta fórmula pode-se escrever

$$\frac{q'_s}{\gamma g I^{1/2}} = M \zeta \frac{\tau - \tau_c}{\tau_c}$$

onde q'_s é o caudal sólido por unidade de largura pesado submerso e $\zeta = \frac{v_y}{v_0}$ traduz a influência da repartição vertical de velocidades, sendo v_y a velocidade na direcção principal do escoamento no centro de gravidade da partícula e v_0 uma velocidade característica constante. M é uma constante a que Egiazaroff atribui o valor 0,02 para escoamentos com turbulência completamente desenvolvida.

Como se vê, a fórmula de Egiazaroff também se baseia no conceito de tensão tangencial crítica, tal como outras fórmulas mais antigas já referidas. A determinação dos coeficientes é complicada e o ajustamento dos dados experimentais

à equação não é melhor do que noutras fórmulas propostas. Talvez por isso a fórmula de Egiazaroff não beneficie de grande aceitação na América e na Europa Ocidental.

YALIN, 1963, considerando que o transporte de fundo se processa fundamentalmente por saltação, obteve a seguinte fórmula de transporte sólido

$$\frac{q'_s}{\gamma'_s \, dV_*} = 0{,}635 \, r \left[1 - \frac{2{,}3 \, log \, (1 + ar)}{ar} \right]$$

com

$$r = \frac{\tau - \tau_c}{\tau}$$

$$a = 2{,}45 \left(\frac{\rho}{\rho_s} \right)^{0{,}4} \sqrt{\frac{\tau_c}{\gamma'_s \, d}}$$

onde q'_s é o caudal sólido por unidade de largura pesado debaixo da água e as restantes letras têm o significado conhecido. Yalin comparou a fórmula proposta com resultados experimentais de diversas proveniências, obtendo uma concordância muito razoável. Em particular na região dos transportes sólidos elevados a equação de Yalin parece ser mais fiel do que a de Einstein, apesar de ter sido deduzida com base numa análise muito menos elaborada.

4.5 — Comparação das fórmulas de transporte sólido

Já se fez referência ao facto de as fórmulas de transporte sólido que foram estabelecidas antes da fórmula de Kalinske se basearem todas no conceito de tensão tangencial crítica, podendo escrever-se sob a forma geral

$$q_s = \theta \, \tau^{\alpha} \, (\tau - \tau_c)^{\beta}$$

onde α e β são constantes para cada fórmula e θ um coeficiente que pode variar, em particular com as características do material. Mostrou-se também que a própria formula de Meyer-Peter e Müller se podia reduzir a uma expressão da forma indicada, sendo contudo neste caso $\tau = \tau'$ a fracção da tensão tangencial que efectivamente participa no transporte.

Uma comparação entre as fórmulas mais recentes que foram citadas mostra que todas elas se podem exprimir como uma relação entre o parâmetro de escoamentos Ψ e o parâmetro de transporte sólido Φ propostos por Einstein. Como é fácil de ver estes parâmetros podem-se escrever com a seguinte forma:

$$\Psi = \frac{(s - 1) \, d}{\mu \, RI} \qquad \Phi = \frac{q_s}{d^{3/2} \, \gamma_s \sqrt{g \, (s - 1)}}$$

onde s é a densidade de material de fundo e os restantes símbolos têm os significados já referidos.

Por meio de uma simples substituição verifica-se que a fórmula de Meyer-Peter e Müller se pode escrever sob a forma

$$\Phi = 8 \, (\Psi^{-1} - 0{,}047)^{3/2}$$

A fórmula de Kalinske tomando $\tau_c = 0{,}116 \, \gamma'_s \, d$ como foi proposto pelo autor, pode escrever-se:

$$\Phi \, \Psi^{1/2} = 2{,}5 \, \varphi \, (0{,}116 \, \Psi)$$

Neste caso considera-se sempre $\mu = 1$ pois Kalinske não previu a consideração da influência das configurações do fundo.

Finalmente a fórmula de Frijlink, se se atender a que $q_s = q_{sv} \, \gamma_s$, escreve-se

$$\Phi \, \Psi = 5 \, e^{-0{,}27 \, \Psi}$$

CHIEN, 1954, representou gràficamente em coordenadas logarítmicas as leis de variação de Ψ com Φ relativamente às fórmulas de Meyer-Peter e Müller e de Einstein. Na fig. 9 reproduzem-se estas duas curvas e representam-se também as curvas correspondentes às fórmulas de Kalinske e Frijlink.

Como se vê as curvas de Meyer-Peter e Müller e de Einstein confundem-se pràticamente, apenas apresentando uma divergência assinalável para valores elevados do caudal sólido. Aliás, Meyer-Peter e Müller, tal como Einstein, não fizeram ensaios para valores de Φ superiores a 10, sendo as curvas representadas obtidas por extrapolação, a partir da expressão analítica das fórmulas.

WILSON, 1966, fez alguns ensaios correspondentes a valores de Φ entre 10 e 300 e definiu uma relação entre os parâmetros Ψ e Φ nessa região que extrapolou um pouco para além daqueles limites (fig. 9). Os ensaios foram contudo realizados em escoamentos em pressão numa conduta de secção quadrada e não parece evidente que os seus resultados sejam inteiramente válidos para os escoamentos com superfície livre. Aliás, não são frequentes os casos em que

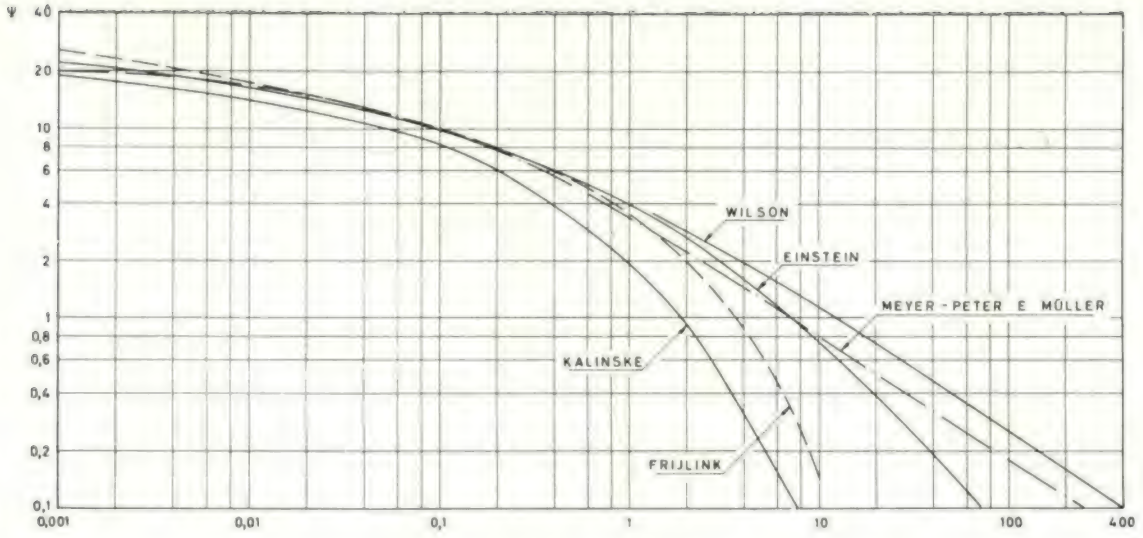


Fig. 9 — Comparação de várias fórmulas de transporte sólido

na natureza se têm caudais sólidos correspondentes a valores de Φ superiores a 10.

Convém ainda notar que a comparação que se apresentou entre a curva de Meyer-Peter e Müller e a de Einstein não é rigorosamente a que a fig. 9 deixa transparecer, pois a dimensão d do material que intervém nos parâmetros Ψ e Φ é, no caso da curva de Meyer-Peter e Müller, o diâmetro médio e, no caso da curva de Einstein o d_{35}.

A curva de Frijlink coincide aproximadamente com as de Einstein e de Meyer-Peter e Müller para valores de Φ compreendidos entre 0,01 e 1. Para valores de Φ superiores a 1 a fórmula de Frijlink conduz a valores muito baixos do caudal sólido e não parece ser de aceitar. Para valores de Φ inferiores a 0,01 a fórmula de Frijlink conduz a valores do caudal sólido maiores do que os dados pelas fórmulas de Meyer-Peter e Müller e de Einstein. A correcção, contudo, não tem geralmente interesse prático, a não ser que se trate de cursos de água transportando materiais muito finos, aos quais a fórmula de Frijlink se adapta especialmente bem.

A curva de Kalinske situa-se abaixo de todas as outras, o que é natural em virtude de considerar sempre $\mu = 1$. Para conseguir a concordância da curva de Kalinske com as outras curvas será necessário considerar valores de μ decrescentes com o aumento de Φ.

A partir das fórmulas de transporte sólido é possível, em relação a cada caso concreto, substituir os valores dos parâmetros relativos às características do escoamento e do material de fundo e definir uma relação, válida apenas para o curso de água em questão, entre os caudais sólidos e líquidos por unidade de largura. Esta função $q_s = f(q)$ deve ser comparada com os resultados de medições directas de q_s e q.

Quando se procura determinar a função $q_s = f(q)$ a partir de várias fórmulas, depara-se geralmente com curvas que diferem muito umas das outras, e do mesmo modo se observa geralmente uma assinalada dispersão entre os pontos experimentais, sendo portanto difícil controlar a validade das fórmulas por meio de observações na natureza. Considera-se por isso fundamental que se dedique especial atenção ao problema de medição de caudal sólido na natureza como condição imprescindível de progresso na hidráulica dos escoamentos de fundo móvel.

Apesar da dispersão assinalada, os resultados de observações em vários cursos de água naturais permitiram concluir que a lei de variação de q_s com q é, muitas vezes, aproximadamente da forma

$$q_s = a q^b$$

sendo a e b constantes com valores dependentes das condições particulares de cada caso. A constante b, contudo, não varia muito, estando em geral compreendida entre 3 e 4. A representação dos valores observados de caudais sólidos e líquidos num gráfico de coordenadas logarítmicas permite a determinação dos valores de a e b.

Na prática pode ter interesse utilizar relações do tipo indicado definidas experimentalmente, sobretudo se não se dispuser de tempo ou experiência para fazer uma aplicação de várias das fórmulas indicadas e elaborar uma análise comparativa criteriosa dos resultados obtidos. COLBY, 1964, estudou um critério experimental deste tipo que se reveste de grande interesse prático. Com base em diversos resultados experimentais de laboratório e da Natureza, comparou a validade de quatro medidas possíveis do caudal sólido — a tensão tangencial total (τ), a tensão tangencial efectiva (τ'), a velocidade média (V) e a potência hidráulica (τV). Concluiu que, para rios em que não se formem antidunas no fundo, a velocidade média é a medida mais conveniente para caracterizar o caudal sólido, por ser simultâneamente representativa e de fácil determinação.

Definiu assim uma função $q_s = f(V)$ que é equivalente à função $q_s = g(q)$ atrás referida. A forma de função $q_s = f(V)$ varia evidentemente com a granulometria do material, não tendo contudo o autor indicado critérios de cálculo para diâmetros médios superiores a 0,8 mm. Colby considerou ainda a influência da temperatura da água e da concentração de materiais finos em suspensão, por estes factores afectarem a velocidade de queda das partículas na água.

Na fig. 10 reproduzem-se, depois de convertidas para unidades métricas, as curvas $q_s = f(V)$ apresentadas por COLBY, 1964. Algumas das curvas baseiam-se em dados experimentais e outras são extrapoladas. Todas elas são aplicáveis a materiais de fundo com diâmetro médio entre 0,10 e 0,80 mm e profundidades do escoamento variando entre 0,03 m (0,1 ft) e 30,5 m (100 ft). Os valores dados por este gráfico correspondem a um escoamento à temperatura de 15,6°C (60°F) e sem material em suspensão. Os gráficos inferiores da fig. 10 permitem calcular os factores de correcção para ter em conta a temperatura da água e a concentração de materiais finos em suspensão.

O valor do caudal sólido por unidade de largura é dado por

$$q_s = k_3 \, q_{s_1}$$

sendo q'_{s_1} obtido no gráfico superior e o coeficiente de correcção k_3 calculado a partir dos coeficientes k_1 e k_2 obtidos nos gráficos inferiores da fig. 10, por meio da expressão

$$k_3 = k_1 \, (k_2 - 1) + 1$$

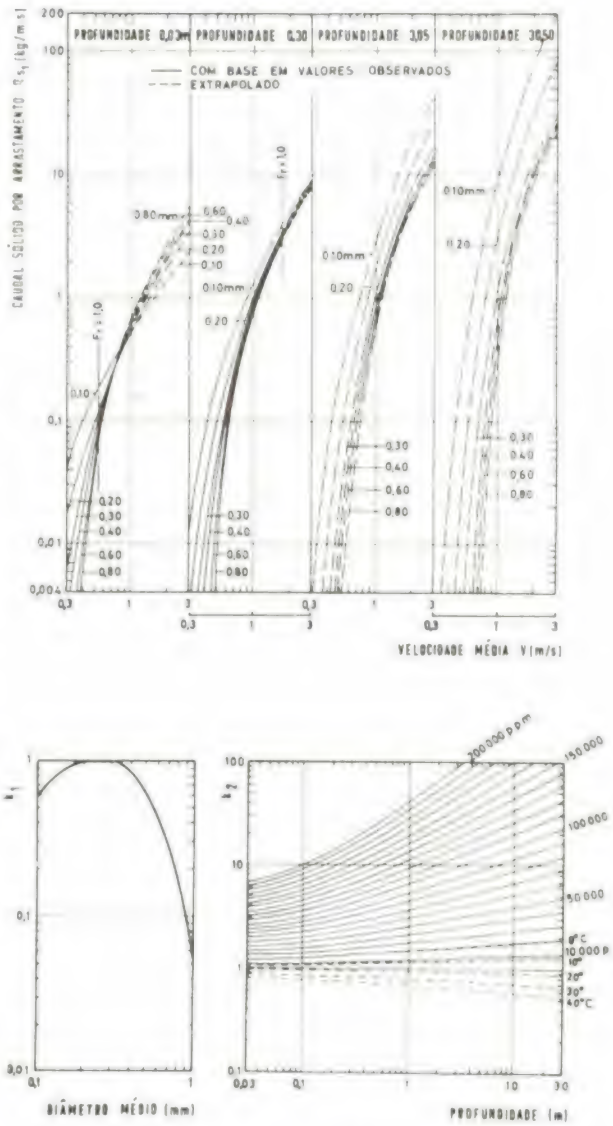


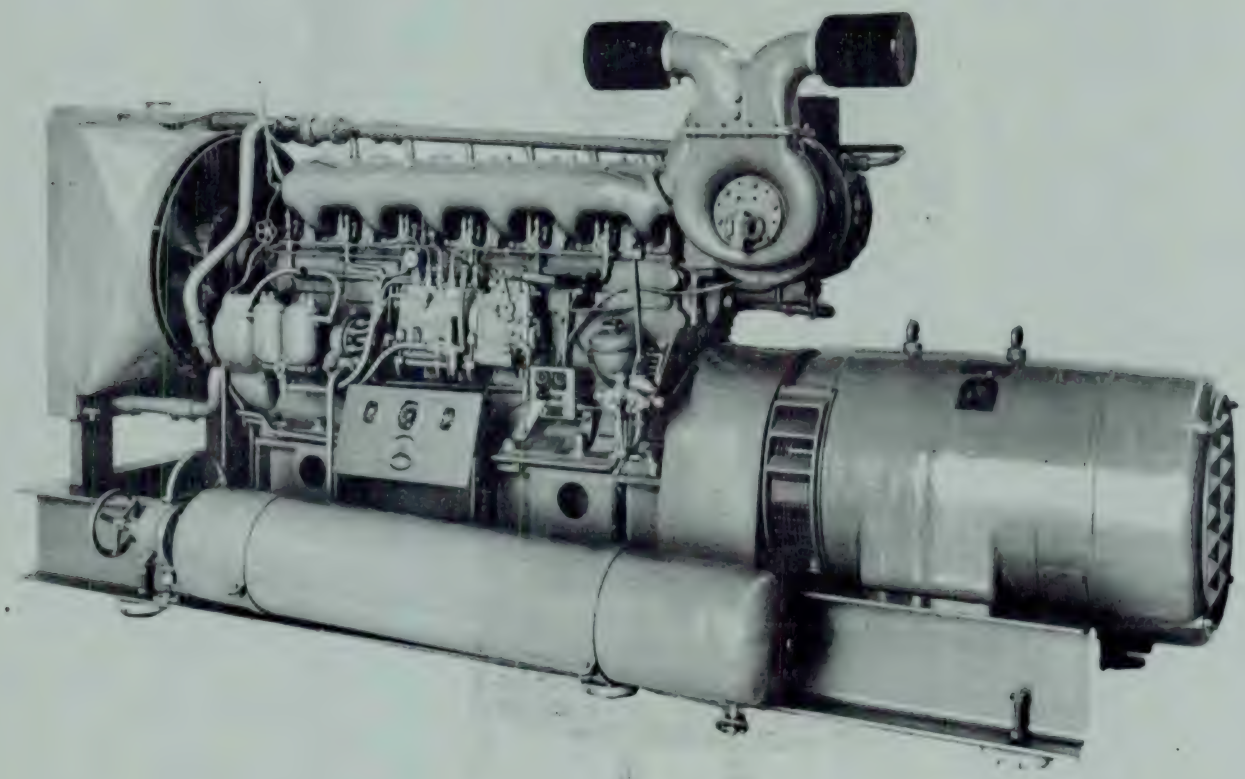
Fig. 10 — Critério de COLBY, 1964, para determinação do caudal sólido por arrastamento.

No caso de o escoamento se fazer sobre um fundo de antidunas, COLBY, 1964, indica que o critério definido não é válido, considerando neste caso que a potência hidráulica γRIV é uma medida do caudal sólido mais satisfatória do que a velocidade.

(Continua)

MERCEDES-BENZ

MOTORES DIESEL



DE ALTA QUALIDADE E DE GRANDE RENDIMENTO PARA TODOS OS FINS

REPRESENTANTE:

MENDES DE ALMEIDA, SARL

OFICINAS ESPECIALIZADAS — ARMAZÉNS — STAND VENDAS

AV. 24 DE JULHO, 52-A-G — LISBOA — TELEF. 667710

DEMAG EQUIPA TODA A INDUSTRIA

Transporte sem dificuldade . . .

O sistema monorail suspenso «Demag» oferece-lhe as seguintes vantagens:

Fácil adaptação à movimentação de carga, à produção, ao formato do edificio e ao fim a que se destina.

Peças standard construidas em série.

Sistema de alimentação eléctrica à escolha.

Vantajoso aproveitamento de espaço.

Pequeno peso, altura de construção reduzida.

Grandes vãos e pequeno atravancamento.

Pontes rolantes empilhadoras, sistemas «Demag» de monocarris suspensos, equipam os armazéns modernos.

Instalações até à automatização total.

Consulte-nos. O vosso êxito será também o nosso.

ROMAR SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR, LDA.

LISBOA TRAVESSA DA GALE Nº 9 TEL 635670 / 634061 • PORTO – R DE SÁ DA BANDEIRA, Nº 589/603 TEL 25871/32205

C. D. U. 577.15/16 : 543.9

«SOME TOPICS IN BIOLOGICAL INORGANIC CHEMISTRY»

given by R. D. GILLARD, B. A., B. Sc., Ph. D., D. I. C., A. R. I. C.
Reader in Chemistry, The University of Kent at Canterbury, England.
Director Medical Research Council Research Group on Biological Inorganic Chemistry.

(Conclusão)

5. PYRIDOXAL ENZYMES AND A NOVEL MECHANISM

Many reactions at the asymmetric carbon atom of α—amino—acids are catalysed by pyridoxal enzymes. Model systems which reproduce many of the features of such reactions have contained pyridoxal or 4—nitro—salicylaldehyde and metal ions (e.g. copper (II)) (Fig. 3). Some stoichiometric

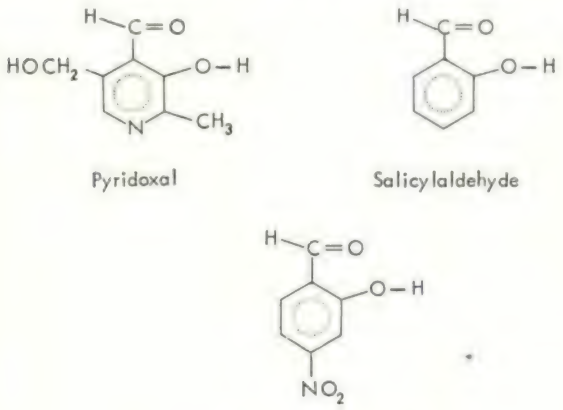
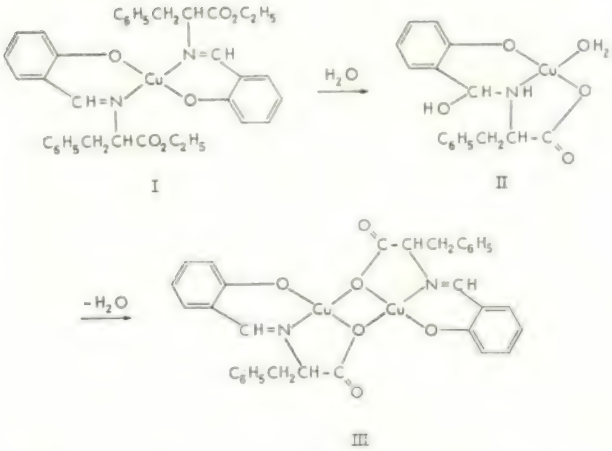


Fig. 3

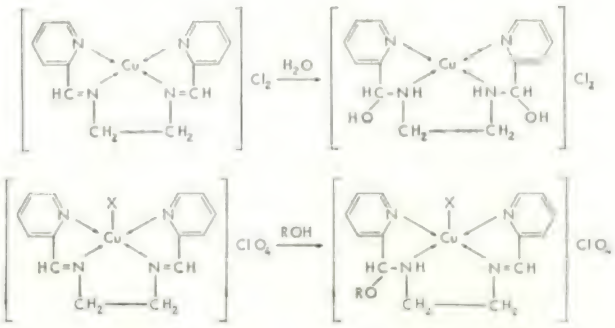
reactions of a similar type are known for Schiff base complexes containing salicylaldehyde as the carbonyl component. The idea that the complexed Schiff base is responsible for the reactions in the model systems has been extended to pyridoxal--requiring enzymes such as racemases, decarboxylases, threonine aldolase, synthetases, and transaminases; though in the enzymic systems, protons may replace the complexed metal ions of the model systems. Our isolation of a carbinolamine complex of copper (II) (10) casts some new light on the model systems, and leads us to suggest here a new mechanism for the enzymic reactions.

Wootton and I found that when the compound (I) is allowed to crystallise slowly from aqueous ethanol, the product is (II)



On heating (II), or crystallising it from anhydrous ethanol, the water solvating the C-N bond is lost, giving a true Schiff base complex (III). (III), on recrystallisation from aqueous ethanol, reforms (II), which can also be made by adding cupric ions to solutions containing 1:1 ratios of salicylaldehyde and D,L-phenylalanine at any pH from 5 to 11, (a different complex is formed when L-phenylalanine in used in this preparation).

The addition of water or alcohols to the C = N bond of coordinated Schiff bases has previously been noted. Thus, Busch and Bailar (11) discovered that water added to the copper complex as shown, and Harris and McKenzie (12) later found that alcohols also saturated the C = N bond. However, the present



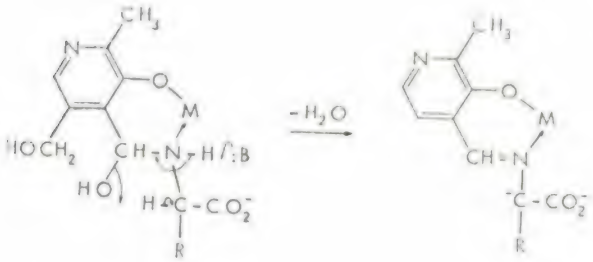
case is the first in systems involving α-amino--acids.

The intermediate in the formation of a Schiff base is most probably a carbinolamine species. The reversibility of Schiff base formation is obviously required for catalytic activity; the carbonyl function must be free at some stage during the cycle of reactions.

By acknowledging the presence and reactivities of carbinolamines related to (II) in solution, mechanisms involving attack of the nucleophilic group at the azomethine carbon on the neighbouring α-carbon atom of the amino-acid moiety may be written for all the reactions found for α-amino-acids, whether catalysed by enzymes or by their models. Of course the involvement of metal ions (essential in the model systems) in pyridoxal-catalysed enzymic systems other than amine oxidases is a matter for debate. We merely stress the utility of the present approach, whether the cation present is M^{n+} or H^+. it has recently been found that, in certain pyridoxal--activated enzymes, there is a preformed Schiff base between probably a lysine side chain of the apoenzyme and the pyridoxal. It seem possible (as described later) that the proposed mechanisms may involve this amine group of lysine as the nucleophile. However, the general principles of the discussion are unaffected, so that we describe the simple model using water as nucleophile. We now consider types of reactions involving fission of particular bonds.

a) *Removal of the α-proton.*

Racemisation depends on the proton from the α carbon atom. A mechanism for this reaction is outlined below.

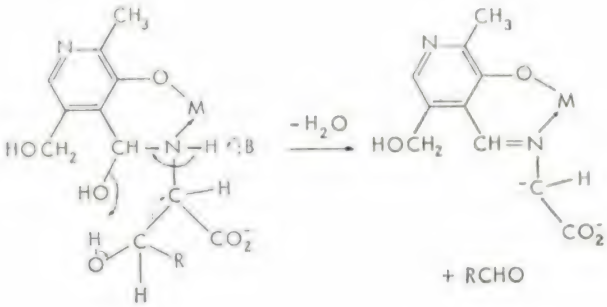


In enzymic systems, as suggested by Dunathan (13) and discussed later, a positive site on the apoenzyme might interact with the carboxylate group of the α-amino-acid such that the α-proton (of the three substituents on the asymmetric carbon) is closest to the leaving OH group. Then the reaction would be specific for one hand of the amino-acid as the R group would occupy the active position for the enantiomeric amino-acid. In the model systems, where racemisation has also been observed, there should of course be no stereospecificity because of free rotation about the nitrogen-α-carbon bond. Once the carbanion intermediate is formed there must be an equal chance of a proton adding from either side, i. e. non-stereospecifically, in order to achieve racemisation.

Transamination, desulphydration (and dehydration) and synthetase reactions may be classed in the same group as racemisation in that they depend initially on the removal of the proton from the α-carbon atom. The mechanisms which we would write after removal of the proton from the α-carbon atom, by the leaving OH group to form the carbanion are essentially the same as those previously proposed. The preference in enzymic systems for one of these reactions over any other presumably arises from slight variations in the geometry of the environment of the α-carbon-atom. In fact certain enzymes have been found to catalyse two competing reactions where these depend on the labilization of the same group.

b) *Reactions of the R group*

Serine (or threonine) desmolase catalyses the synthetase reaction of glycine with formaldehyde (or acetaldehyde) to give serine (or threonine). Both enzymes also catalyse the reverse reaction, α,β-cleavage of the relevant β-hydroxy-α-amino--acid. The carbinolamine mechanism shown allows for this reversibility. The reaction involves attack



TEODOLITO DE MINUTO, PARA TRABALHOS DE MÉDIA PRECISÃO À SUPERFÍCIE OU SUBTERRÂNEOS, DE TRIANGULAÇÕES INFERIORES E TAQUEOMETRIA TOPOGRÁFICA

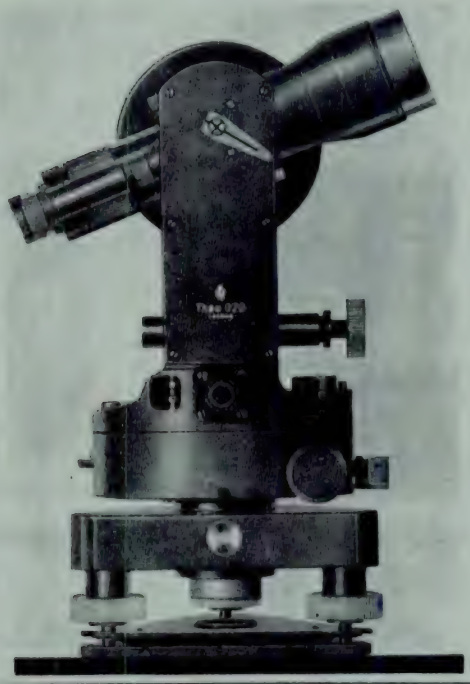
THEO 020

DE VEB CARL ZEISS DE JENA

— Nivelamento automático do limbo vertical
— Duplo visor óptico de pontaria
— Possibilidade de ocultar a escala de leitura do limbo vertical, iluminação do rectículo
— Prumo óptico incorporado

ACESSÓRIOS APLICÁVEIS

Bússola circular ou tubular; Bastão de centragem; Prancheta; Buscador de meredíano 300; Nível; Cunha Dimess, etc.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

— Ampliação telescópica 25 x
— Graduação do intervalo 1 c
— Estima de leitura no limbo horizontal 20 cc
— Estima de leitura no limbo vertical 25 cc

Compensador:

— Zona de acção ± 4'
— Erro de repetição inferior a ± 1,5"
— Erro quadrático da mirada nas duas direcções do telescópio ± 10 cc
— Erro quadrático dum ângulo em três repetições ± 10 cc

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

CENTRO TÉCNICO HOSPITALAR S.A.R.L.
DIVISÃO ZEISS: TELEF. 77 81 66/7
AV. DA REPÚBLICA, 84 LISBOA 1

7.000 obras realizadas

coberturas
perfis especiais
vigas pré-esforçadas
pavimento trief
protecção de segurança

materiais novobra

pavimentos
em betão pré-esforçado
(homologados pelo Lab. Nac. de Engenharia Civil)

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100 - 5.º D.º - TEL. 774832 / 771603 - LISBOA 5

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

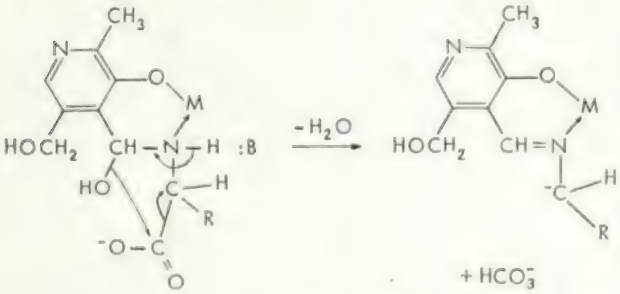
SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 86 19 72

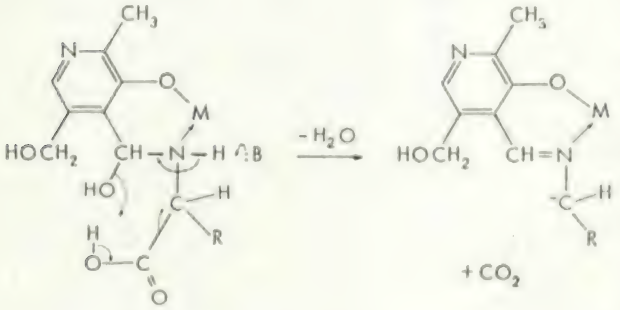
at the R group of the α-carbon atom, and so, in enzymic systems, the positive group of the apoenzyme should be positioned in such a way as to hold this group in the «active» position. Direct attack on the β-hydroxyl group as opposed to removal of the α-proton as the first step agrees with the work of Longenecker, Ikawa and Snell (14) who found that the presence of an α-proton was not essential for the reaction to occur. The β-decarboxylation of aspartic acid may also involve direct attack at the R group, and a mechanism for this reaction essentially similar to that for α-decarboxylation, suggested later, may be formulated on this basis.

c) *Reactions of the carboxylate group*

Mandeles, Koppleman and Hanke have shown that the enzymatic α-decarboxylation of an amino-acid is not dependent on the removal of the proton from the α-carbon atom as an initial step. Our proposed mechanism involves direct attack by the leaving nucleophile of the carbinolamine on the α-carboxylate grouping and so requires the carboxyl group in the active position. It is formulated as shown

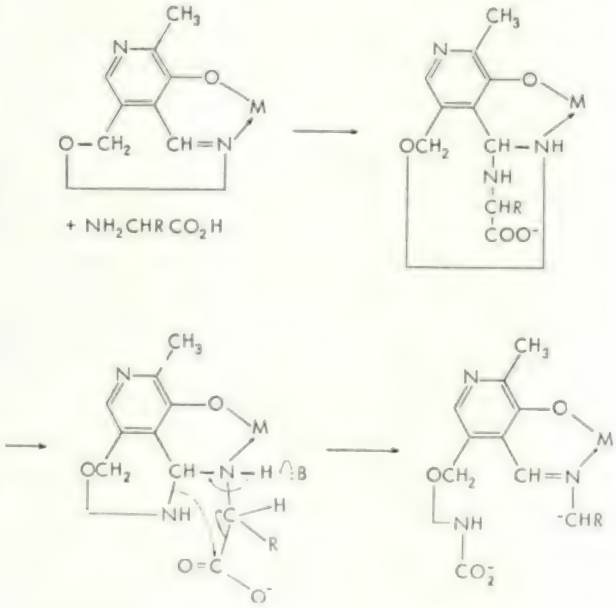


An alternative carbinolamine mechanism based on that proposed by Westheimer (16) on the corresponding Schiff base, where the carboxyl group was assumed to be protonated, would be very similar to the α, β-cleavage of the last section.



However, this is contrary to the ideas of carboxylate to apoenzyme bonding and so the former mechanism seems to us the more likely.

As mentioned earlier pyridoxal is not bound to the apoenzyme by phosphate link alone, but also (in some cases) as a Schiff base. Snell, (17) taking note of this, has proposed a mechanism for a transamination which involves amine exchange as a first step. Similar amine exchanges have been observed by Verter and Frost (18) in the salicylaldehyede model systems. The arguments that have been applied throughout this discussion still hold if the amino group of the lysine residue is regarded as the leaving group instead of a hydroxyl group. Thus, the mechanism of α — decarboxylation may be rewritten as shown.



Dunathan (13) explained the specificity observed in pyridoxal-enzyme catalysis by arguments relating the conformation of the groups about the α — carbon atom to the plane formed by the conjugated system of π — bonds in the Schiff base. In the enzymes, the bond to be broken is thought to be held in the appropriate «active» conformation by a polar bonding of the carboxyl group to some suitably positioned positive centre on the apoenzyme. This idea is applicable to the presently suggested carbinolamine mechanisms. First, in the model systems containing metal ions, when the azomethine group becomes solvated, two new asymmetric centres (one at C and one at N) are produced in a stereoselective

fashion, the most stable conformation (i.e. with the larger groups in the equatorial positions as in fig. I) predominating. In this favoured confor-

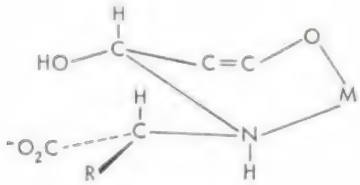


Fig. I

mation to the groups on the α-carbon atom may come into proximity with the hydroxyl (or other nucleophilic) group, and thus be attacked by it as it leaves to produce the Schiff base. The present suggestion would predict that there should be some stereo-retention in such reactions of the model systems as transamination. This stereo--retention is known, and cannot be accounted for by the Schiff base mechanism.

In the enzymic systems also (whether the central atom of the chelate ring is a proton or a metal ion), the two new asymetric centres are formed in the carbinolamine. Further, adopting Dunathan's suggestion, the conformation of the substituents on the α-carbon atom relative to the hydroxyl group of the carbinolamine will be determined by the position of the polar site on the apoenzyme which binds the carboxyl groups, and (or) by other apoenzyme-substrate interactions. These two factors dictating the stereo--chemistry of the interaction of the α-carbon centre and the nucleophile on the «azomethine» carbon atom give a good account of the observed chemical and optical specificity of pyridoxal catalysis.

AKNOWLEDJEMENTS :

I should like to express my gratitude to the Comissão de Estudos de Energia Nuclear, and to the Instituto Superior Técnico for giving me the opportunity to visit Lisbon. I am particularly grateful to Professor Fraústo da Silva for arranging my visit, and to all the many scientists who have contributed so many kindnesses during my stay.

REFERENCES

(1) E. Bayer, H. Egeter, A. Fink, K. Nether and K. Wegmann, Angen. Chem. internat. Edit. 5 (9) 791-8 (1966).

(2) B. L. Vallee, Advances in Enzymology, ed. F. F. Nord 27, 37 (1965) and references therein.

(3) H. R. Mahler and E. H. Cordes, Biological Chemistry, Harper International, Tokyo, (1666) pags. 578-9 and 656.

(4) K. M. Wegmann, T. G. Mecca, W. Mungall and C. R. Harve, J. Am. Chem. Soc. 89, 3646 (1967).

(5) H. C. Freeman in, The Biochemistry of Copper, ed. J. Peisach, P. Aisen and W. E. Blumberg Academic Press, New York, p. 77 (1966).

(6) R. D. Gillard; R. Mason; N. C. Payne; G. B. Robertson Chem. Commun. 1966 (6) 155-6.

(7) *a*) R. D. Gillard, E. D. McKenzie, R. Mason and G. B. Robertson, Coord. Chem. Reviews 1, 263 (1966).
b) Nature, 209, 1347 (1966).

(8) *a*) J. P. Collman and D. A. Buckingham, J. Am. Chem. Soc., 85, 3039 (1663).
b) D. A. Buckingham, J. P. Collman, D. A. R Happer and L. G. Marzilli, J. Am. Chem. Soc. 89, 1082 (1967).

(9) *a*) D. E. Allen, and R. D. gillard, Dhem. Comm. 1091 (1967).
b) D. E. Allen, M. Sc. Thesis University of Kent at Canterbury (1968).

(10) R. D. Gillard and R. Wootton, J. Chem. Soc. B, 921, (1967).

(11) D. H Busch and J. C. Bailar, J. Am. Chem. Soc. 78, 1137 (1956).

(12) C. M. Harris and E. D. McKenzie Nature 196, 670 (1962).

(13) H. C. Dunathan Proc. Nat. Acad. Sci. 55, 712 (1966).

(14) A. E. Longeneker, M. Ikawa and E. E. Snell, J. Biol. Chem. 226, 663 (1957).

(15) S. Mandeles R. Koppleman, M. E. Hanke, J. Biol. Chem. 209, 327 (1954).

(16) F. H. Westheimer, The Enzymes (Ed. P. D. Boyer, H. Lardy and K. Myrback) Vol. 1 Ch. 6 Academic Press, New York, 1960.

(17) E. E. Snell in Chemical and Biological Aspects of Pyridoxal Catalsis, p. q. ed. E. E. Snell, P. M. Fasella, A. Braunstein and A. Rossi-Fanelli, Pergamon Press, New York, 1963.

(18) H. S. Verter and A. E. Frost, J. Am. Chem. Soc. 82, 85 (1960).

GENERAL BIBLIOGRAPHY

(1) E. J. Underwood, Trace Elements in Human and Animal Nutrition, Academic, Press, New York, (1956).

(2) P. D. Boyer, H. Lardy and K. Myrback ed., The Enzymes, Volumes 2a and 3, Academic Press New York, (1960).
(3) H. R. Mahler and E. H. Cordes, Biological Chemistry, Harper International, Tokyo, (1966).
(4) A. San Pietro ed., Non-heme Iron Proteins: Role in Energy Conversion, Artroch Press, Yellow Springs, Ohio, (1965).
(5) J. Persach, P. Aisen and W. E. Blumbery, ed., The Biochemistry of Copper, Academic Press, New York, (1966).
(6) A. S. Brill, R. B. Martin and R. J. P. Williams in Electronic Aspects of Biochemistry, B. Pullman ed., Academic Press, New York and London, (1964), 519.
(7) T. E. King, H. S. Mason and M. Morrison ed., Oxidases and Related Redox Systems, John, Wiley and Sons, (1965).
(8) O. Hayaishi ed., Oxygenases, Academic Press, New York and London, (1962).
(9) A. E. Martell and M. Calvin «Chemistry of the Metal Chelate Compounds, Prentice Hall Inc., New York, (1952).
(10) S. Chabaslk and A. E. Martell, Organic Sequestering Agents, Wiley, New York, (1959).
(11) F. P. Dwyer and D. P. Mellor, Chelating Agents and Metal Chelates, Academic Press, New York and London, (1964).
(12) Bo. G. Malnström and J. B. Neilands, Metalloproteins, Am. Rev. Biochem., 33, 342 (1964).
(13) B. L. Vallee and R. J. P. Williams, Metalloenzymes: The Entactic Nature of the active site, Proc. Natl. Acad. Sci. (U. S. A.) 59, 498, (1968).
(14) B. L. Vallee and R. J. P. Williams, Enzyme action: Views Derived From Metalloenzyme Studies, Chem. in Brit. 4, 397, (1968).
(15) S. Fallab, Reactions With Molecular Oxygen, Angew Chem., Internat. ed., 6, 496, (1968).
(16) Q. Fernando, Reaction of Coordinated Ligands, Adv. in Inorganic and Radiochem., 7, 185, (1965).

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

ABRIL

— Breve nota mensal

As afluências ao conjunto do sistema produtor foram de cerca de 752 GWh, valor que tem uma probabilidade de ser excedido da ordem dos 46 % e a que corresponde um coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica de 1,06. As «afluências internas», porém, situaram-se ligeiramente abaixo da média, sendo Abril o único mês da corrente estação húmida em que tal aconteceu.

Às afluências registadas desde o início do ano hidrológico correspode um coeficiente de produtibilidade de 1,32 e uma probabilidade da ordem dos 15 %: trata-se portanto de um regime muito favorável

II — Elementos gerais (GWh)

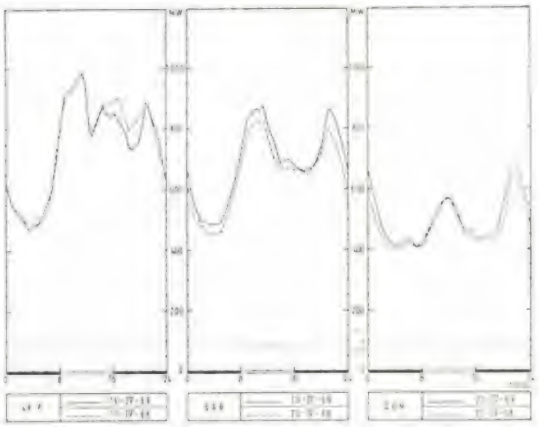
	a) Mensais		Variação
	1968	1969	%
Produção hidráulica (P_h)	500,5	510,5	+ 2
Produção térmica (P_t)	4,5	0,0	—100
Produção total (P_T)	505,5	510,5	+ 1
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	4,2	4,3	+ 2
Exportações (Ex)	0,0	3,2	—
Importações (I)	0,0	2,4	—
Saldo importador (S_I)	0,0	0,8	—
Cons. em bomb. hidroelé. C_b) (1)	14,0	0,0	—100
Produção para consumos perman. (P_{cp})	416,6	458,3	(1) +10,0
Produção para consumos não perman. (P_{cnp})	78,6	55,7	+ 29
Total	509,2	514,0	+ 1
Coeficiente de hidraulicidade	1,18	1,06	—

NOTA:

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais é respectivamente de 9,5 e 8,9 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira:	
			1968	1969
Produção hidráulica		(P) MWh	18 839	18 161
Produção térmica		(P_t) MWh	0	0
Produção total		(P_T) MWh	18 839	18 161
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	130
	Import.	(I) MWh	0	30
Cons. em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	490	0
Prod. p.ª cons. perm.		(P_{cp}) MWh	15 647	16 157
Prod. p.ª cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	2 702	1 904
TOTAL		$P_T + (-Ex)$ MWh	18 349	18 061
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	976	985
		Potência mín. MW	488	476
		Utiliz. da ponta horas	18,8	18,3
		Factor de carga	0,78	0,76
	P_{cp}	Potência máx. MW	878	905
		Potência mín. MW	373	395
		Utiliz. da ponta horas	17,8	17,9
		Factor de carga	0,74	0,74



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês	
	GWh	% (1)
Alto Rabagão	952,6	97,9
Paradela	222,5	100,0
Venda Nova	125,3	97,9
Salamonde	24,0	87,0
Caniçada	24,7	74,6
Vilar	100,6	1,000
Cabril	302,4	89,1
Castelo do Bode	146,5	89,9
Guilhofrei	7,8	94,0
Lagoa Comprida	35,2 (2)	93,1
Santa Luzia	61,2	99,4
Pracana	12,6	97,7
Póvoa	13,0 (3)	99,0
Total { com A. Rabagão	2028,4	95,6
Total { sem A. Rabagão	1075,8	93,6

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 2,6 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 3,0 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 2,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 2,7 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 388

Ano XLIV — Maio 1969

M. Priestley
Artur Ravara

C. D. U. 624.04 : 861.14

Comportamento de estruturas aporticadas sob acção de forças horizontais — Critério de simplificação

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pág. 395-404.

Apresenta-se um método de simplificação de estruturas aporticadas simples ou mistas (incluindo elementos de grande rigidez) submetidas a forças horizontais aplicadas nos nós, por meio do qual se determinam as características de um pórtico com um ou dois vãos, equivalente, sob ponto de vista de deformabilidade, à estrutura inicial.
O método permite obter também, com razoável aproximação, os esforços que se desenvolvem na estrutura inicial.
Apresentam-se três aplicações numéricas do método, relativas a pórticos simples com 8 e 24 nós e a um pórtico misto com 63 nós em que o pilar central é um núcleo de grande rigidez. Comparam-se deformações ao nível dos pisos, frequências próprias e modos de vibração, verificando-se que em todos os casos a deformabilidade do prótico equivalente é muito semelhante à do pórtico inicial.

Veiga da Cunha

C. D. U. 551.482.212.3 : 532.543

Evolução e posição actual dos conceitos sobre transporte sólido em escoamentos com superfície livre

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pág. 431-442.

No estado actual do conhecimento, considerou-se possível e oportuno realizar uma síntese e interpretação comparativa dos estudos conhecidos mais significativos que têm sido elaborados sobre problemas de transporte sólido em escoamentos unidireccionais com superfície livre.
Analisam-se e comparam-se as várias expressões que permitem determinar o caudal sólido por arrastamento, em suspensão e total, caracteriza-se o início do transporte sólido, definem-se as várias configurações de fundo que podem ter lugar nos escoamentos com fundo móvel, fornecem-se critérios para a sua caracterização e refere-se a influência que essas configurações têm na rugosidade dos leitos aluvionares. Finalmente apontam-se rumos prospectivos para o estudo dos problemas de transporte sólido

Diogo Costa

C. D. U. 669.14 : 621.78

Tratamento térmico de pequenas peças de aço

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pág. 405-414.

Apresenta-se a experiência adquirida durante alguns anos no tratamento térmico de pequenas peças de aço, focando os aspectos teóricos e práticos da têmpera isotérmica martensítica, cementação, nitruração, tratamento do aço rápido, indicando sempre que possível os limites das propriedades que se pretende obter.
Faz-se também referência aos métodos de controle utilizados na aceitação das peças após tratamento, de acordo com as especificações que são impostas ao fabrico

R. D. Gillard

C. D. U. 577.15/16 : 543.9

«Some topics in biological inorganic chemistry»

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pág. 443-447.

No presente artigo o autor trata de um assunto que se encontra em rápido desenvolvimento — «Bioquímica Inorgânica». Sumarizam-se certos aspectos neste campo e indicam se as áreas onde se podem esperar modificações.

Brazão Farinha

C. D. U. 338.984

Planificação de obras

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pág. 415-430.

Apresenta-se o problema da planificação, para iniciação dos estudantes dos cursos de engenharia civil, de arquitectura, e de agente técnico de engenharia civil e de minas.
Refere-se a necessidade do planeamento, e considera-se a planificação dos tempos, das cargas, dos custos, bem como dos gastos financeiros e dos materiais, através do diagrama de Gant e do diagrama de Pert.
Aborda-se o problema do controle na obra.
A exposição é acompanhada de exemplos.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 388

XLIV — May 1969

Veiga da Cunha U. D. C. 551.482.212.3 : 532.543

Evolution and nowadays conceptions on sediment transportation in open-channel flow

Técnica no. 388 — XLIV — 5. 1969, pp. 431-442.

In the present status of knowledge it seems pertinent to prepare a synthesis and a comparative interpretation of the most significant studies available on sediment transportation in open-channel flow.
Some expressions for the computation of bed, suspended and total sediment load discharge are analysed and compared, including the study of incipient motion. Different bed features developed in movable bed flow are defined, criteria for their occurrence are discussed and the influence of these features on the alluvial bed roughness is referred. The paper ends by suggesting some future development lines for the study of sediment transportation problems.

M. Priestley
Artur Ravara U. D. C. 624.04 : 681.14

Behaviour of portico-like structures under the action of horizontal forces — simplifyng criterion

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pp. 395-404.

This paper outlines a method for simplifying multibay building frames or combined structures (frames associated with shear cores) under transverse loading by creating an equivalent one or two-bay frame. Although the method wus designed mairly to reduce the work necessary in obtaining deflection profiles, it is easily extended to give average member forces.
Three examples are given concerning two frames with 8 and 21 joints and a combined structure with a central shear core with 63 joints. Horizontal floor deflections, natural frequencies and vibration modes are compared, the results showing that in all cases the values predicted by the equivalent frames are close approximation to the real behaviour.

R. D. Gillard U. D. C. 577.15/16 : 543.9

Some topics in biological inorganic chemistry

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pp. 443-457.

In the present article a subject that is endergoing rapid devolopment — «Biological Inorganic chemistry» — — is dealt with. The author summarizes certains aspects of the field, and indicates areas where changes can be expected.

Diogo Costa U. D. C. 669.14 : 621.78

Thermic treatment of small steel tools

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pp. 405-414.

The experience gotten during some years in the thermic treatment of small steel tools is presented, fowsing the theoretical and practical aspects of martempering, nitriding treatment of high speed teol steel, indicating whenever possible the limits of properties that ar wanted.
Reference is also made to the control methods used in the acceptance of methods after treatment, acording to the specifications imposed to factoring.

Brazão Farinha U. D. C. 338.984

Planning of works

Técnica No. 388 — XLIV — 5. 1969, pp. 415-430.

An introduction for students to the planning problems is presented in this article.
The need of planning is refered, and the planning of time, charges, prices as well as financial and material spendings is done, using the Gant and Pert diagrams. The problem of control in works is mentioned. The exposition is illustrated with examples.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Boto Pimentel, Emilio Cruces, Ramos Correia, Todo Bom e Vladimiro de Oliveira.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 550.8 : 556.3 : 551.263.038

Prospecção de águas em formações cristalinas e cristalofilinas — *Pedro Sinde Martins de Carvalho.*

Boletim de Minas, Jan.-Fev. 1969, vol. 6, pág. 3-10, Tomo I

O autor foca a importância prática dos estudos hidrogeológicos das regiões cristalinas e cristalofilinas não calcáreas.

Apresenta alguns exemplos do seu conhecimento directo de zonas hidrològicamente favoráveis e traça o esquema geral a que devem obedecer estes estudos em formações desta natureza.

Assinala também o interesse que há em intensificar os estudos hidrogeológicos nestas regiões com vista ao aproveitamento integral das suas reservas hídricas.

C. D. U. 551.482.4 (673)

Monografia da bacia do Cubango — *Góis C. Q.*

Fomento (Lisboa) 7 (1): 59-70, 1969.

Apresenta-se uma monografia sintética da bacia do Cubango em Angola, focando os aspectos relacionados com os fenómenos hidrológicos.

C. D. U. 556.5.01

As equações gerais da energética do ciclo hidrológico — *Peixoto, J. P.*

Fomento (Lisboa) 7 (1): 53-58, 1969.

O ciclo hidrológico resulta da interacção de vários processos termo-hidrodinâmicos em que participam várias formas de energia, mas exteriores ao ciclo, tais como as energias radiante, calorífica e gravítica e outras formas de energia de natureza interna como a energia associada às transições de fase, a energia associada à absorvidade condicionada pela estrutura do componente água que é o agente activo do ciclo. As equações da energética são estabelecidas a partir da aplicação dos princípios fundamentais da conservação da matéria e da energia sob uma forma de equação geral de balanço em que intervêm todas as formas de energia. Analisam-se e discutem-se os vários termos que figuram nessas equações e aponta-se o seu signicado. Em particular analisam-se os efeitos diabáticos e indica-se a sua contribuição na geração e transformação da energia que estabelece e mantém o ciclo hidrológico. Depois dá-se como aplicação imediata o fundamento do processo do balanço energético para a determinação da evaporação. Por fim mencionam-se algumas tentativas da modelação matemática do ciclo hidrológico recorrendo aos computadores e da sua incorporação em modelos das circulações planetárias, com o que se procura obter uma compreensão mais profunda dos vários mecanismos do ciclo e da sua interacção com os factores que o condicionam.

C. D. U. 616-001.27 : 621.3

Le Betatron, un générateur de rayonnement pour la radiothérapie — *Petersilka, E.*

Rev. Siemens 27 (1699) N.º 1, pag. 3 a 9.

C. D. U. 621.1

Calculo de las características principales de los condensadores de superficie — *Augusto Jenaro Garrido.*

Dyna, 1-969, vol. XLIV, pág. 3-14.

C. D. U. 621.31

Determinación de la variación de la entensided a lo largo de las eletrodos sumergidos en las sales fundidas y de la variación de la deferença da potencial, entre los mismos — *Carlos Diego Nogués.*

Dyna, 2-3-969, vol. XLIV, pág. 105-108.

C. D. U. 621.315-004.6

Porquê os trabalhos em tensão? — *Eng.º José Domingos Morais e Luis da Costa Martins.*

Electricidade Março-Abril 969, N.º 58, pág. 79.

SENHORES

ARQUITECTOS, ENGENHEIROS, EMPREITEIROS, CONSTRUTORES

DANDO PREFERÊNCIA, NAS VOSSAS OBRAS, AO

BETÃO PRONTO

LIZ

EVITAM: PERDAS DE TEMPO E STOCKS DE MATERIAIS
ECONOMIZAM: MÃO-DE-OBRA E DINHEIRO

Um produto das Centrais de Betão

da

Empreza de Cimentos de Leiria

1.ª Central—LISBOA—Tel. 31 30 31/32

2.ª Central—LISBOA—Tel. 31 30 31/32

3.ª Central—PORTO—Tel. 95 13 23/24

Não nos pode fazer maior favor. Só assim poderá verificar, tal como milhões de utentes antes de V.:

rOtring facilita o desenho!

A qualidade dos instrumentos para tinta da china rOtring é o segredo do nosso sucesso. É por isso que somos tão exigentes na escolha dos materiais, no endurecimento especial que damos aos tubos de escrita de duração prolongada (VL), no exame ao microscópio de cada um deles, no ensaio no vácuo de cada um dos depósitos, para verificarmos a sua estanquicidade perfeita. Tudo isto é necessário para que V. esteja totalmente satisfeito ao desenhar com instrumentos rOtring.

É por isso que nos esforçamos tanto.

Os produtos rOtring têm, além disso, uma assistência técnica garantida, aqui em Portugal.

Por tudo isso é que pedimos:

examine-os com rigor — e adquiri-los-á!

rOtring

INSTRUMENTOS DE DESENHO PARA TINTA DA CHINA

à venda no comércio da especialidade

Representante: ARTUR WESTHEIMER, Lda. • Rua Maria aos Anjos, 48-r/c. — LISBOA-1

Escreva-nos pedindo o catálogo 9113C

No início do artigo apontam-se as razões (económicas, sociais e de qualidade de serviço) que justificam a adopção das técnicas de «trabalhos em tensão».

São analisados:

— o método actualmente seguido, designadamente
— trabalhos em contacto
— trabalhos à distância
— trabalhos ao potencial

nos seus aspectos qualitativo, económico e circunstancial;

— os critérios de selecção do pessoal executante, assim como as características relativas à sua formação.

Por último é feito um resumo do desenvolvimento destas técnicas em alguns países — E. U. A., França e Inglaterra — acompanhada da informação do que se projecta actualmente em Portugal.

C. D. U. 621.316.5 : 621.3.085

Nouveaux appareils de command et de signalisation — *Risse*, E.

Rev. Siemens 27 (1969) n.º 1, pag. 33-34.

C. D. U. 621.316.7

Mesure de débit de gaz par venturi sonique. Régulation de ce débit — *Folschveiller, J. M.; Marchetti, A.*

Rev. Siemens 27 (1969) n.º 1, pag. 15-17.

C. D. U. 621.382.027.8

Valve à thyristors pour une tension inverse en crête de 120 kV — *Hoffmann, M.; Leowald, K.-P.*

Rev. Siemens 26 (1968), n. 10, pag. 340-343.

C. D. U. 621.395.73-621 315.1-621.366.822

Telediafonia longitudinal em linhas aéreas transpostas — *Manuel da Silva Delgado.*

Electricidade, Março-Abril 969, pág. 88-94, Tomo n.º 58.

Depois de uma introdução histórica e da apresentação das noções, definições, e formulas fundamentais necessárias, analisa-se o problema da telediafonia em linhas transpostas. Consideram-se as hipóteses mais importantes de terminação dos terceiros circuitos, adaptados e em circuito aberto. Derivam-se as expressões finais que permitem calcular o enfraquecimento telediafónico em vários casos, consoante o número e ordem dos tipos fundamentais comuns existentes nos esquemas de cruzamentos anti-indiuctivos aplicados aos circuitos.

Inclui-se, uma aplicação prática a um traçado de altas frequências dos CTT, com o cálculo numérico dos acoplamentos e comparação entre os valores medidos e calculados.

C. D. U. 622.7 : 622.342.2 : 622.344.5 : 622.344.6 (469.321.46)

A oficina de tratamento de minério de Terramonte — *Elias Bendayan.*

Boletim de Minas, Jan.-Fev. 969 vol. 6, pág. 11-21 Tomo n.º 1.

Começa pela descrição da oficina de concentração (flutuação), com indicação dos resultados gerais obtidos. Expõe em seguida o problema surgido com a aparição do minério oxidado, a sua influência nos resultados metalúrgicos e a maneira como foi resolvido o problema.

Descreve a seguir a instalação de secagem dos concentrados e dá as estatísticas do seu funcionamento.

A última parte trata da barragem de estéreis, descrevendo o novo método adoptado em comparação com o antigo e fornece as estatísticas de funcionamento.

C. D. U. 624.04

Calcul des structures (cálculo de estruturas) — *ABSI. E.*

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 21 (252): 1734-1748, Dez 1968.

A resistência dos materiais passa actualmente por uma rápida evolução devido especialmente ao advento do cálculo electrónico e à secessidade de um melhor conhecimento do comportamento de obras complexas ou de grande altura. Este estudo analisa o essencial dos diferentes trabalhos que se têm publicado bem como de conferências ou cursos que se efectuaram sobre as novas tendências quanto à resistência de materiais. O estudo baseia-se na utilização sistemática das noções de equações intrínsecas e dos vectores solicitações e deformações. É isto que constitui a unidade deste texto. Examinam-se diferentes aspectos do comportamento das estruturas sob a acção de cargas estáticas e dinâmicas em especial o problema da flambagem generalizada.

C. D. U. 624.014.2 : 725.74

Piscines et Bassins de natation en acier

Acier Stahl Steel, 1-969, Vol. 1 pág. 13-18.

O artigo apresenta projectos de construção de piscinas e respectivos abrigos aplicando o aço — esse mal conhecido — As figs. 11-12 apresentam duas vistas dum abrigo cuja construção pertence a Priws N. U. Dokkum (Pays-Bas)

As piscinas metálicas podem ser construídas enterradas ou em superestrutura.

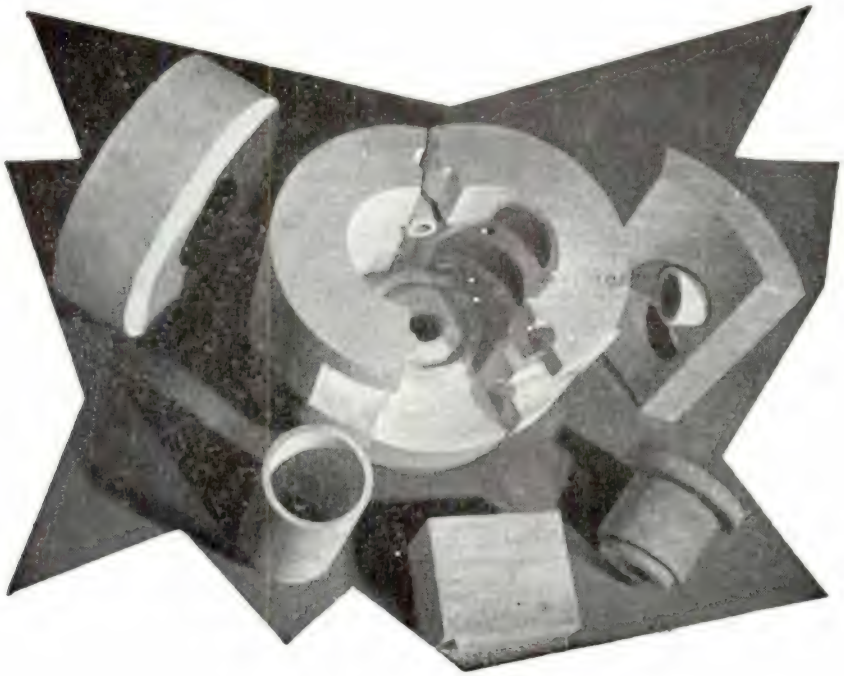
C. D. U. 624.042.8

Comportment dynamique des cheminnées en acier (Comportamento dinâmico das chaminés de aço) — *Delage, C.; Labré, P.*

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 20 (251): 1583-1599, Nov. 1968.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATE 1800° C

REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

O presente artigo expõe o estudo teórico e experimental do fenómeno de vibrações induzidas pelos turbilhões alternados denominados de Benard-Karman numa chaminé industrial de aço. O estudo experimental em modelo baseia-se em observações efectuadas em Moss Laneing num grupo de chaminés da Central Térmica. Verificou-se, na escala das velocidades da corrente explorada, uma vibração de frequência constante igual à frequência própria do modelo e vários máximos de amplitude desta vibração. Deduz-se a variação do coeficiente de desvio c_L, define-se o coeficiente dinâmico ξ ilustrando a importância deste fenómeno de vibrações normais à direcção do vento para as construções elevadas de fraco coeficiente de amortecimento.

C. D. U. 624.131.25 : 624.131.54

Stabilité des massifs rocheux — application aux barrages (Estabilidade dos maciços rochosos — aplicação às barragens) — *Londe, P.*

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 21 (251): 1615-1636, Nov. 1968.

A resistência de um maciço rochoso é determinada pela resistência dos sens planos mais fracos. O método de análise proposto consiste em estudar as condições de equilíbrio tridimensional de um sólido rochoso tetraédrico limitado por três planos de separação geológica. As forças aplicadas são o peso próprio, as pressões da água intersticial e, conforme os casos, o impulso da barragem, as forças devidas ao sismo e as forças de pré-esforço. O método utiliza uma representação gráfica dos resultados que torna possível variar os valores dos parâmetros e apreciar «o peso» no equilíbrio. Não se procura determinar um coeficiente de segurança. A representação gráfica é obtida quer por uma construção geométrica quer por cálculo em computador electrónico. Apresentam-se vários exemplos práticos nos quais se pode verificar, como tem sido possível, em casos concretos, avaliar as condições que regem a estabilidade de um apoio da barragem ou melhorar a segurança por injecções e uma drenagem adequadas.

C. D. U. 624.191.8

Souterrains et revêttements circulaires (Subterrâneos e revestimentos circulares) — *Absi, E.*

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 21 (251): 1599-1613, Nov. 1968.

Este estudo apresenta a solução completa do problema dos subterrâneos circulares na hipótese de um meio perfeitamente elástico e homogéneo. A primeira parte é consagrada ao estudo da repartição das tensões no solo no caso de o subterrâneo ter sido previsto com ou sem revestimento. A segunda parte refere-se ao próprio revestimento. Examinam-se aspectos práticos do seu comportamento, quer à flambagem quer sob a acção de algumas hipóteses de cargas. Apresentam-se tabelas numéricas para facilitar os cálculos.

C. D. U. 624.193 : 625.748.2

Estacionamentos subterrâneos en Madrid — España — *José Manuel Lopes Saiz.*

Informes de la construccion, 2-69, vol. 207, pág. 43-81.

Neste trabalho tem particular importância a evolução entre o esquema estrutural e funcional. A situação da obra é particularmente importante de modo a haver uma interferência mínima com o tráfego.

Há umas figuras felizes sobre pormenores construtivos ou melhor processos, tais como figs. 11-13.

C. D. U. 624.21.012.47 (44)

Le Pont de la Pyle (A ponte de Pyle). — *Courbon, G.*

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 21 (252): 1866-1882, Dez 1968.

A ponte de Pyle, em betão pré-esforçado, foi construída na futura albufeira da barragem de Vouglans, no rio Ain. Compõe-se de quatro tramos de 65, 110, 110 e 65 m encastrados elàsticamente sobre três pilares de 55 m, 65 m e 50 m de altura, sendo os extremos apoiados em dois encontros de betão armado. Longitudinalmente apresenta um declive constante de 0,01. Em seguida, refere-se os problemas postos pelo cálculo da obra e o equipamento do estaleiro, estando a quase totalidade das instalações concentradas na plataforma situada junto da falésia dominando o encontro da margem direita e as sucessivas fases da obra. A qualidade dos betões e as quantidades aplicadas na obra para execução do tabuleiro expressam-se por meio de quadros. A exposição termina com a indicação dos ensaios previstos, cujo objectivo é apreciar a parte relativa dos diferentes parâmetros: retracção, fluagem, temperatura e relaxação nas perdas de pré-esforço, e comparar os valores reais dessas perdas com os valores regulamentares.

C. D. U. 625.1

Determinación de la distribución beta utilizada em el PERT-tiempos — *José Antonio Ramos Herranz.*

Dyna, 2-3-969, vol. XLIV, págs. 115-118.

C. D. U. 627.21 : 622 (673) 656.073 : 622 (673)

Obras de engenharia civil do «Projecto Mineiro de Cassinga» — *Mineiro, A. J. C.*

Fomento (Lisboa) 7 (1): 3-51, 1969.

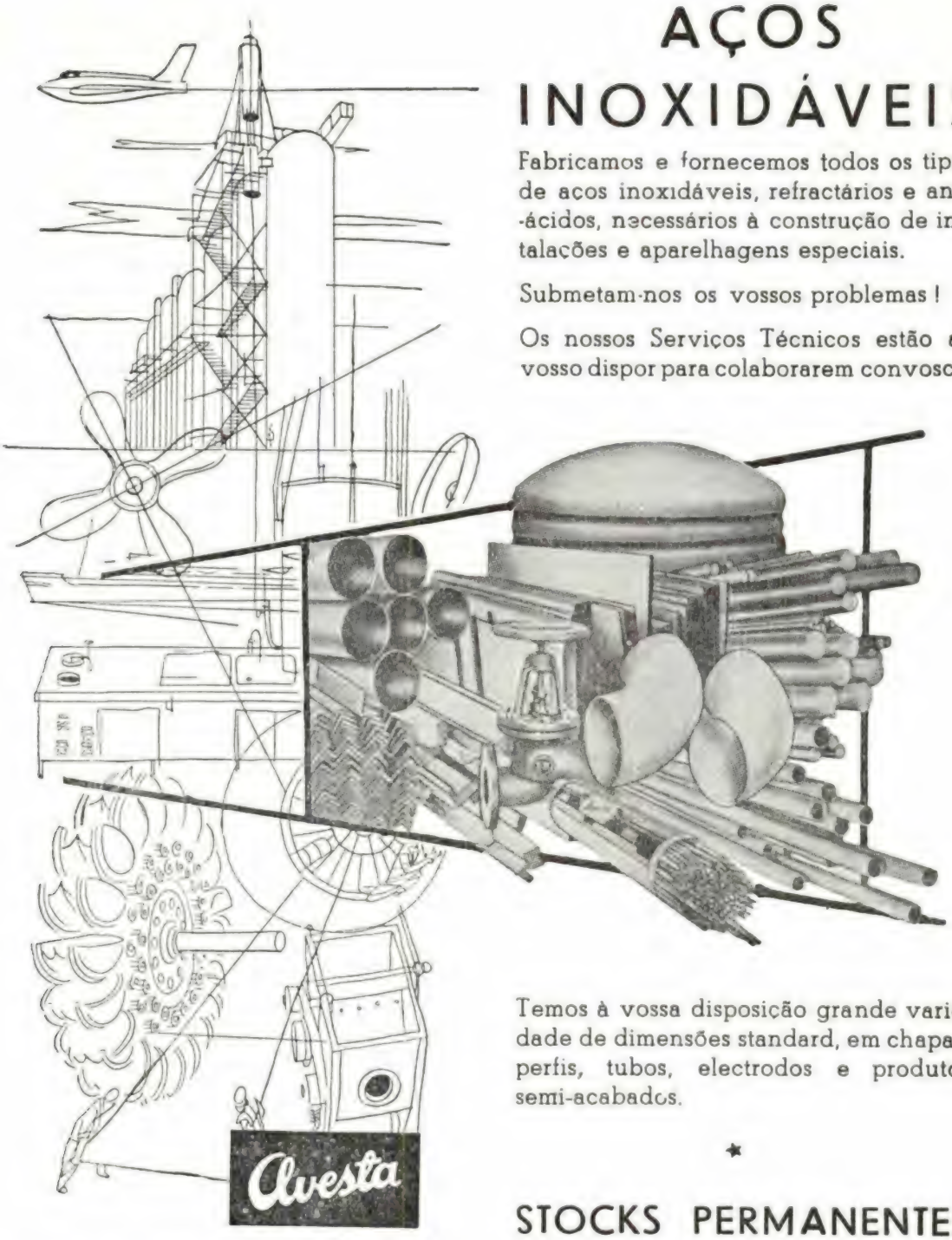
O «Projecto Mineiro de Cassinga» é uma realização com um investimento superior a 3 milhões de contos, destinada a fomentar a produção e escoamento dos minérios de ferro da região de Cassinga, na província de Angola. Descrevem-se sucintamente as principais obras de engenharia civil que foram executadas para permitir uma produção e escoamento anual superior a 5,5 milhões de toneladas de minério. Apresentam-se, com mais pormenor, aspectos técnicos das fundações

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

das instalações terrestres do porto mineiro que se considerou de maior interesse divulgar, tais como estudos geotécnicos, critérios na concepção e dimensionamento das fundações dos caminhos de rolamento dos empilhadores-retomadores e das fundações indirectas de algumas estruturas do parque de minérios.

C. D. U. 669.13

Fundiciones resistentes al calor — *Joaquim de Pedro San Gil e José Palácios Reparáz.*

Dyna, 1-969, Vol. XLIV, pág. 15-34.

C. D. U. 669.35

Elevated temperature tensile, stress-rupture and creep data, for six copper-base materials — *J. H. Bearham e R. J. Parker.*

Metallurgia, Julho 1968, vol. 78, n.º 465, pág. 9-14.

Os materiais à base de cobre são potencialmente atractivos para uso a temperaturas moderadamente elevadas devido à sua resistência a variadas formas de corrosão. Neste artigo dão-se os resultados de testes efectuados a alta temperatura sobre seis ligas à base de cobre.

C. D. U. 681.3 : 621.177

Emploi des ordinateurs en temps réel dans les centres de dispatching — *Reinhardt, K., Shellsted, G.*

Rev. Siemens 27 (1969) n.º 1, pág. 10-15.

C. D. U. 69

Endurecimento y protección anticorrosiva de las construciones y elementos de las mesmas en que enterviene el cemento — *Pablo Verdú Cerdá.*

Dyna, 17-969, vol. XLIII, págs. 347 351.

C. D. U. 697.621

A introdução de ar nos locais ventilados — *C. Caille.*

Revista Técnica Sulzer, n.º 3-4, pág. 56, vol. 16.

Estudam-se os modos de introdução de ar : considerações fundamentais e valores empíricos. Prevê-se uma melhor solução por introdução de tectos preparados e estudam-se os princípios de aplicação.

C. D. U. 725.13

Le nouvel Hôtel de Ville de Grenoble (O novo adifício da Câmara Municipal de Grenoble) — *Welti, M.; Quentin, L.; Nonarina, M.*

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 21 (252): 1774-1793, Dez. 1968.

A solução adoptada foi alojar os serviços técnicos numa torre de doze andares. Um amplo edifício baixo, com um pátio, dentro do qual se encontram os gabinetes dos vareadores, as salas de reuniões e os serviços correntes. O edifício baixo, construído sobre estacas moldadas no terreno, é essencialmente composto por pilares duplos e vigas em caixotões de 14 m de vão que permitem a criação de amplos espaços livres entre os pontos de suporte. Uma parte dos pilares estendeu-se para além do muro-cortina, envolvendo assim a construção numa ampla colunata, não sendo o betão revestido depois da descofragem, encimada por uma cornija do mesmo material. A torre está erguida em cima do edifício e é suportada por uma viga em caixotão de 23 m de vão, que se apoia sobre dois pilares profundamente encastrados no solo. Do exterior, o edifício tem um pouco o aspecto de um cilindro com três anéis fortemente estruturado, no qual se apoiam vigas tubulares encimadas por uma cornija maciça e a torre translúcida, destinada aos serviços administrativos. Por toda a parte onde é possível, o betão é deixado sem qualquer revestimento. A iluminação foi cuidadosamente estudada a fim de valorizar a arquitectura interior e numerosas esculturas.

C. D. U. 725.824

Le Stade Olympique de glace de Grenoble (Estádio Olímpico de geló de Grenoble) — *Esqillan, N.; Sedallian, G.; Perzo, R.; Massonnat, R.*

Annls. Inst. tech. Batim (Paris) 21 (251): 1668-1702, Nov. 1968.

Projectado para a realização, durante os Jogos Olímpicos de Inverno de 1968, das provas de patinagem artística e de hóquei sobre gelo, previstas para Grenoble, este estádio foi construído no Parque Paul-Mistral, nas imediações da pista de corridas e da nova câmara municipal. Comporta doze mil pessoas, sendo o acesso feito por quatro entradas independentes umas das outras. A arquitectura geral do edifício caracteriza-se por: uma cobertura constituída essencialmente por duas abóbadas cilíndricas, cruzadas, completamente independentes das fachadas; uma estrutura independente de bancadas da qual estão suspensas as fachadas executadas em madeira e alumínio anodizado. Um arranjo intencionalmeute simples das imediações dá-lhe a sua «escala» e valoriza-o. Depois dos jogos olímpicos, o estádio de inverno transformar-se-á em Palácio de Desportos onde terão lugar não só os desportos de inverno mas também outras manifestações desportivas. A apresentação geral é feita por M. Esquillan. O projecto e os cálculos da pista, infra-estrutura, bancadas e pisos são apresentados por M. Sedallian A concepção, os cálculos, a descrição e os princípios da execução da cobertura são descritos por M. Perzo e a execução dos trabalhos é apresentada por M. Massonnat.

DESDE
BRITISH OXYGEN
ADR 300
HF450
SOLDADURA TRADICIONAL — SEMI-AUTOMÁTICA — AUTOMÁTICA — PROCESSOS TIG-MIG-MAG-ARGONARC-FUSARC
MÁQUINAS DE OXICORTE — VARETAS E DECAPANTES — FIOS E ELÉCTRODOS ESPECIAIS
PROCESSOS ESPECIAIS
TECNOLOGIA DE FABRICO
ATÉ
BOC
REPRESENTANTE EXCLUSIVO EM PORTUGAL:
DURÁN, GARCIA & CIA.
Praça D. João da Câmara, 19-3.º Dt. — LISBOA 2
Tel. 32 56 30 - 32 15 09 - 32 80 59
Telex: 1813 DUGARC
Teleg. DUGARCO

Nem em toda a parte a espuma é tão útil

Frequentemente a espuma perturba o decurso da produção e impede o completo aproveitamento da capacidade. Contra isso os

Anti-Espumantes Silicone Wacker

são eficientes. Impedem a formação de espuma e combatem a espuma em meios quer aquosos quer não aquosos. Os Anti-Espumantes Silicone Wacker mostram mesmo em fortes diluições (até 1 : 1 milhão) resultados excelentes. Os Anti-Espumantes Silicone Wacker são aplicáveis por exemplo nas indústrias de óleos, papel, têxtil, na preparação de tintas e vernizes, em processos de fermentação e destilações a vácuo, em trabalhos com emulsões, sabões e detergentes, e outros mais.

WACKER

Escreva-nos por favor. Nós dar-lhes-emos informações complementares e poremos amostras à sua disposição.

WACKER-CHEMIE GMBH MÜNCHEN
Alemanha

Em Portugal:
Hoechst Portuguesa, Lda.
Avenida Sidónio Pais, 379 - Tel. 67051 - Porto
Avenida Duque d'Avila, 169-1° - Tel. 45141 - Lisboa

No Brasil:
Hoechst do Brasil Quimica e Farmacêutica S. A.
Rua Braulio Gomes, 36 - C. P. 6280 - São Paulo

S 5066

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA
S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

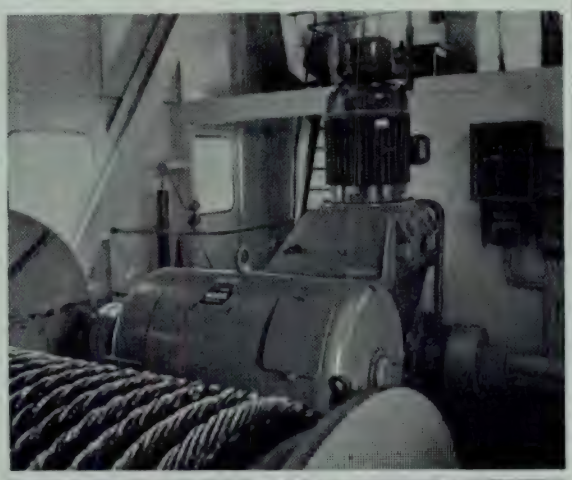
- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em oquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivolt" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1° LISBOA
FABRICA-CANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61·1

LISNAVE



Equipamento eléctrico sistema Ward-Leonard para os cinco guindastes de 15T/30 m - 7,5T/50 m e os dois de 50T/30 m - 20T/48 m - - 6T/53 m a funcionar nos estaleiros da Margueira e da Rocha, fornecido pela

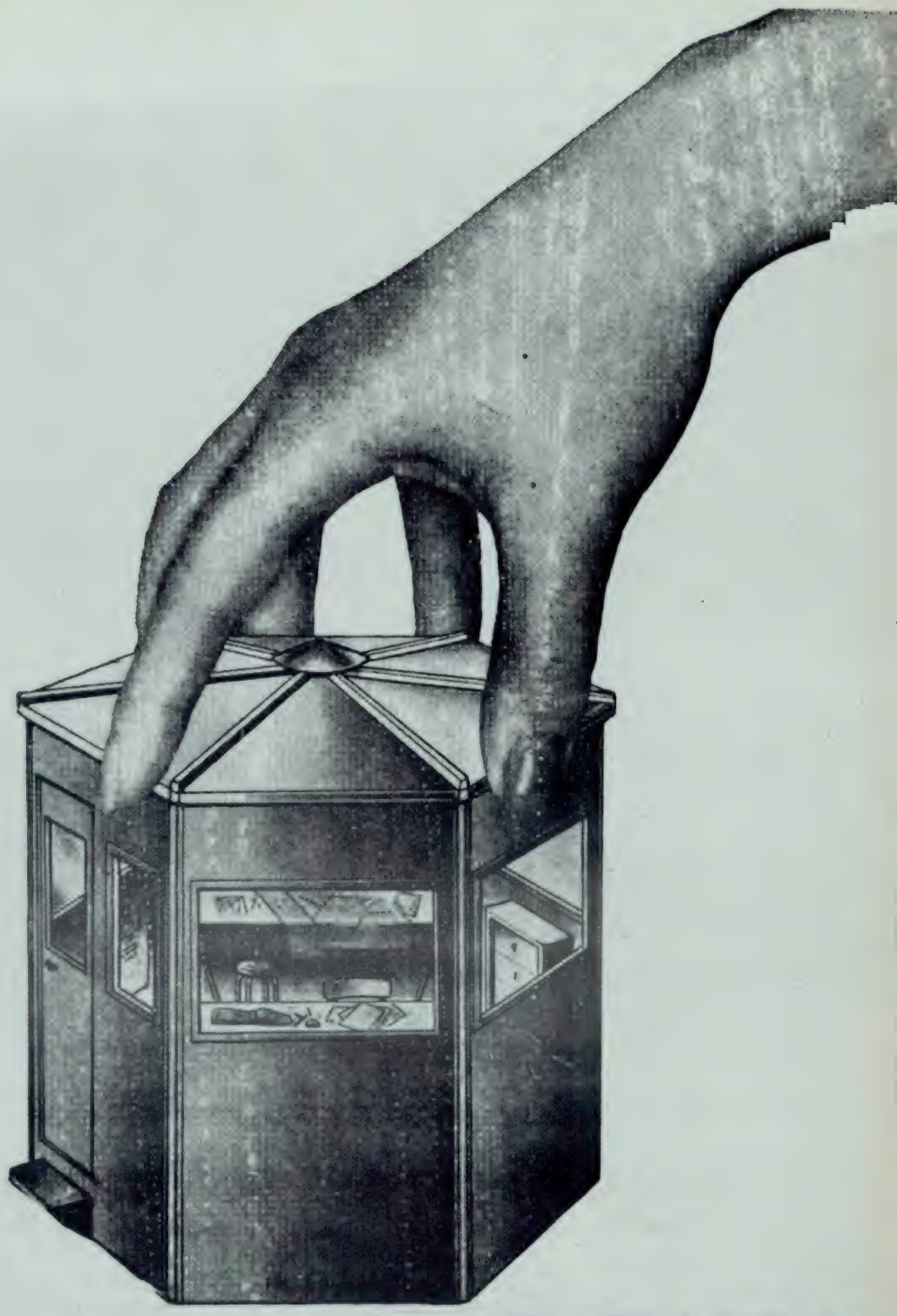
MARCA-A E E-7

ASEA ELÉCTRICA, LDA.

A ASEA forneceu também para a mesma Empresa um equipamento eléctrico semelhante para um guindaste flutuante de 100T/15 m - 60T/26 m - 10T/28 m e tem já encomendas equivalentes, referentes a dois guindastes de 100T/30 m - 52T/40 m - 6T/55 m, ainda estes destinados à LISNAVE.

UMA FORÇA CRIADORA
NO DOMÍNIO
DA ELECTRICIDADE

ASEA ELÉCTRICA LDA.
Est. do Prior Velho - Tel. 2511101 (5 linhas) - SACAVÉM • R. do Campo Alegre, 144 - Tel. 67239 - PORTO



ESCRITÓRIOS MÓVEIS "RÉEL"

FABRICA PORTUGAL

RUA FEBO MONIZ, 20 — LISBOA-1

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

— **SOMAGUE**
R. Carlos Testa, 1 — Tel. 56 24 81 — Lisboa 1

ESCAVADORAS E TRACTORES

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º — Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.º
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Centro Técnico Hospitalar Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tels. 77 81 66/7 — Lisboa

— **Nucleon**
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c.-Dt.
Tel. 53 01 05 — Lisboa

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17
Telef. 53 71 91 — Lisboa

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.º
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECANICOS

— **COMETNA**
R. Academia das Ciências, 5
Tel. 32 00 11 — Lisboa

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Telef. 66 67 10 — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 — Porto — Tel. 62 106/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **FRAPIL**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 23071

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **Hidrel**
R. do Alecrim, 47-A-B
Tels. 32 57 00 - 3 59 66 — Lisboa

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **SPESA-Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

BATERIAS

— **Tudor**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12
Telef. 5 19 47 — Lisboa

DISTRIBUIÇAO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELECTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 220 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇOES

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 — Porto — Tel. 62 106/9

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **SPESA - Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **BOC - Durán, Garcia & C.ª**
Rua D. João da Câmara, 19, 3.º-Dt.º
Telef. 32 56 30 — Lisboa

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

TELECOMUNICAÇOES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **BOC - Durán, Garcia & C.ª**
Rua D. João da Câmara, 19, 3.º-Dt.º
Telef. 32 56 30 — Lisboa

— **COMETNA**
Rua Academia das Ciências, 5
Tel. 32 00 11 — Lisboa

— **Construções Metalo-Mecânicas Mague, Lda.**
Alverca do Ribatejo

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **Frapil**
Cais de São Roque — Aveiro — Tel. 230 71

— **Guedes & Almeida, Lda,**
R. Aurea, 181-2.º — Tel. 32 78 45 — Lisboa

— **Hidrel**
R. do Alecrim, 47-A-B
Tels. 32 57 00 - 3 59 66 — Lisboa

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Tel. 66 67 10 — Lisboa

CORRENTES

— **Auto-Lusitana**
Av. da Liberdade, 73-79 — Lisboa

— **Harker Sumner**
L. do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **INA — Rolamentos de Agulhas**
Schaeffler, Lda — R. Sá da Bandeira, 740 — Porto.
Tel· 2115 7/8/9.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Hoechst Portuguesa, Lda.**
Av. Sidónio Paes, 379 — Tel. 6 70 51 — Porto
Av. Duque de Avila, 169-1. — Tel. 4 51 41 — Lisboa

COLAS

— **Araldite - Produtos Ciba, Lda.**
Lisboa

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

TINTAS

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. de 24 de Julho, 52-A-G
Telef. 66 67 16 — Lisboa

LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R. D. Luis I, 20 Lisboa Tel. 67 01 76

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **PRISMA**
R. D. Luis I, 20 Lisboa. Tel. 67 01 76

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **AGUIAR E MELO, LDA.**
Praç. do Município, 13-1.º — Tel. 32 11 51/2 Lx.

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156—Lisboa 2 — Tel. 32 8201/2/3.

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**
Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/ 76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

MATERIAL DE DESENHO E TOPOGRÁFICO

— **Centro Técnico Hospitalar Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tel. 77 81 66/7 — Lisboa.

— **J. J. Silva & Irmão, Lda.**
Rua Silva Carvalho, 232-B — Lisboa
Tel. 65 2750 / 68 06 71

— **Nucleon**
Av. António Augusto de Aguiar, 165, r/c.-Dt.
Tel. 53 01 05 — Lisboa

— **Rotring**
Representante: Artur Westheimer, Lda.
Rua Maria aos Anjos, 48-r/c. — Lisboa 1

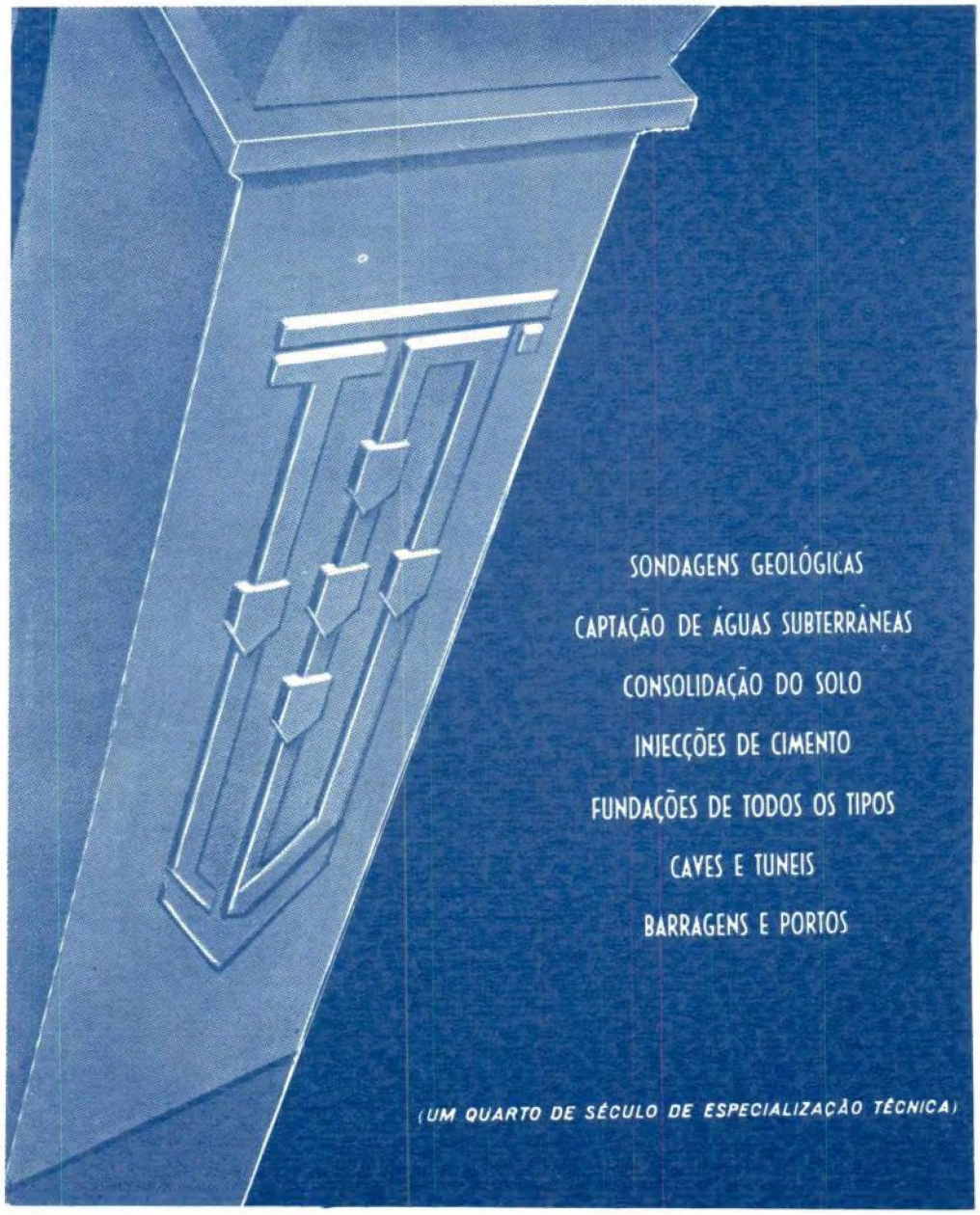
— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 98 9112 — Lisboa.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



SIEMENS

VENTILAR

Quando se deseja uma atmosfera fresca e agradável, o ar precisa ser renovado e essencialmente nos locais de ambiente viciado ou com grande concentração de pessoas.

O ventilador Siemens tipo 2CB2 foi especialmente estudado para montagem em cozinhas e a sua aplicação pode ser efectuada por pessoal não especializado.

A Siemens inclui no seu programa de fabrico ventiladores do tipo doméstico e industrial, cujas características de funcionamento permitem a sua utilização em todos os casos em que é necessário ar fresco e saudável.

Peça catálogos ou esclarecimentos à Secção Técnica da

SIEMENS-COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.

LISBOA-1: AV. ALMIRANTE REIS, 65 — TEL. 53 69 21 • PORTO: R. DAS CARMELITAS, 26-2.º — TEL. 2 89 43